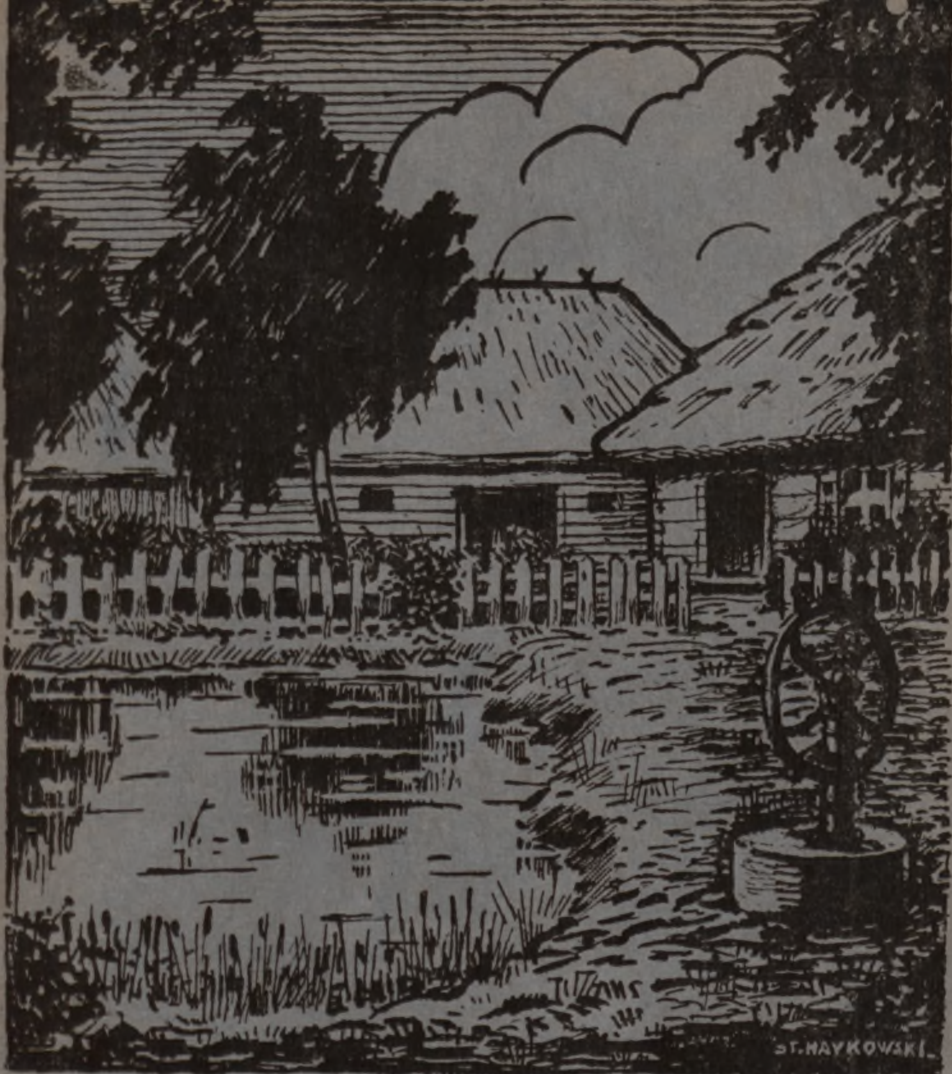

V
B. J
G


V
B
J
C




# ZAOPATRZENIE OSIEDLI W WODĘ

OPRACOWAŁ
Inż. JÓZEF TULISZKOWSKI

№ 5
Nowoczesna Książnica Pożarnicza

# ZAOPATRZENIE OSIEDLI W WODĘ

2-ga część książki p. t.

## „PRZYGOTOWANIA DO WALKI"

stanowiącej II tom pracy p. t.

## „OBRONA PRZED POŻARAMI"

opracował

Inżynier JÓZEF TULISZKOWSKI

Z ilustracjami art.-mal. **St. Haykowskiego** i innych






WARSZAWA
Nakładem autora przy finansowej pomocy
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych
i Powszechnego Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych
1936

DRUKARNIA „ZGODA" J. KLIMCZAK i S-ka
WARSZAWA, ZIELNA 47. TELEFON 619-57.





# PRZEDMOWA

*Niniejsza książka p.t. „Zaopatrzenie osiedli w wodę“ zawiera całość tego ważnego zagadnienia, oprócz działu wodociągów miejskich, albowiem jest przeznaczona głównie dla miast miejszych wsi i osad, które najwięcej cierpią na brak wody i ponoszą z tego powodu podczas pożaru znaczne klęski.*

*Książka ukazała się bardzo na czasie, gdyż zbyt częste i dotkliwie w ostatnich kilku lat masowe pożary naszych osiedli poruszyły i Władze Państwowe, i Samorządowe oraz Ubezpieczenia. Zaczynają się wyłaniać tu i owdzie szeregi projektów i zamierzeń różnego rodzaju inwestycji wodnych — praca niniejsza zatem może dać dobrą orjentację i pomoc w tych zamierzeniach.*

*Nie można jej traktować, jako wyczerpującego podręcznika w ścisłem słowa tego znaczeniu, gdyż tylko niektóre działy, jak udostępnienie czerpania wody z rzek i strumieni, studnie betonowe, częściowo stawy, sadzawki i pompy są traktowane obszerniej, a są to działy najważniejsze; inne natomiast rozdziały, jak popularyzacja wiedzy o wodach atmosferycznych, o studniach wierconych, o rybnej gospodarce, o wiejskich wodociągach i. t. p. przedstawiają tylko ogólne pojęcia o owych zagadnieniach, pozwalając jednak należycie się orjentować w tych ciekawych i obecnie żywotnych sprawach.*

*Książka, napisana popularnym językiem, odznacza się sporą ilością praktycznych wskazówek i dostępnym stylem, a szereg dobrych rysunków i planów daje dokładne wyobrażenie o całości ważnego zagadnienia, jakiem stało się obecnie dla naszego Kraju zaopatrzenie go w wodę.*

*Praca obecna Autora, znanego z wielu popularnych i bardzo pożytecznych książek fachowych z dziedziny walki z pożarami, może się stać w wielu gminach i sejmikach zachętą do urządzeń taniego i racjonalnego zdobywania wody, a niejedno osiedle ochroni od zbytecznych wydatków i skieruje zamiary na właściwe tory.*

*Mieczysław Lewicki inż. kpt.*

*Warszawa 23.VI.1936.*

# WSTĘP.

O działaniu wody na ogień i jej właściwościach gaśniczych obszernie traktuje specjalny rozdział ogólnej pracy, stanowiący 1-ą część II-go tomu p. t. *„Środki gaśnicze“* (książka Nr. 4); tu natomiast pomówimy o sposobach jej zdobywania dla celów gaśniczych, podając na końcu książki w skróceniu o podstawach działania wody na ogień.

Chociaż woda jest najistotniejszym i najpotężniejszym z tych środków, a przytem łatwym do zdobycia, jednak sprawa zaopatrzenia straży pożarnych w ten tak prosty i, zdawałoby się, nietrudny do otrzymania środek, nie przedstawia się u nas jeszcze pomyślnie, jak to zaznaczone było w 1-szej części pracy: *„Obrona przed pożarami"*, gdy była mowa o przyczynach masowych pożarów (patrz I tom str. 117 i 118).

Ciągle się słyszy i mówi u nas o zakładaniu nowych straży pożarnych, o motoryzacji, o szkoleniu i t. d... ale mało jeszcze po wsiach i osadach myślą ludzie o tej głównej dla nich „amunicji”. Chociaż należy przyznać, że w ostatnich paru latach zaczęto się troszczyć o wypełnienie tych dotkliwych braków: urządzano narady w b. Ministerstwie Robót Publicznych, w Powszechnym Zakładzie Ubezpieczeń Wzajemnych, gdzie jak i w Związku Straży Poż. R.P. utworzone zostały referaty zaopatrzenia wodnego, a w „Przeglądzie Pożarniczym“ ukazywały się oddzielne artykuły oryginalne i tłumaczone z niemieckich podręczników, traktujących sprawę zdobywania wody, zwłaszcza z ciekawej pracy brandinspektora Febrans'a *). Jednak są to dopiero początki, gdyż nie mogło się

---

*) „Versorgung der Ortschaften mit Feuerlöschwasser“ (Zaopatrzenie miejscowości w wodę do gaszenia pożarów).

w ciągu niespełna paru lat wiele zmienić w tym kierunku, i podawnemu brak wody do gaszenia pożarów dotkliwie daje się odczuwać, a *główną przyczyną masowych i zbiorowych pożarów*, jakie bardzo zaciążyły na naszym kraju w latach 1928, 1929 i 1930 i w ostatnich — była najczęściej *niedostateczna ilość wody*.

Sprawa więc zapewnienia wody strażom, przybywającym na ratunek płonących osiedli, jest sprawą palącą. To też ta część niniejszej pracy porusza tak ważną, a tak doniedawna niedocenianą sprawę zaopatrzenia w wodę naszych miast mniejszych, wsi i miasteczek.

# Zaopatrzenie osiedli w wodę.

**Nasze wody**

Wodę spotyka się u nas w Polsce prawie wszędzie w większej lub mniejszej obfitości, czy to w postaci strumieni, małych rzeczek i rzek spławnych, czy też — jezior, błot i moczarów oraz w stawach, sadzawkach i studniach. Nawet w miejscowościach, zdawałoby się z pozoru ubogich w wodę, można ją znaleźć w płytszych lub głębszych warstwach podziemnych; tylko wydobycie jej wymaga pewnej umiejętności i dobrej woli, a często bardzo nawet niewielkich nakładów.

**Zbiornik wody**

Każdą ilość wody, bądź ograniczoną ze wszystkich stron (jeziora, sadzawki, źródła, studnie), bądź też obrzeżoną tylko z dwóch stron (strumienie, rzeki, kanały, rowy) — nazywamy ogólnie zbiornikiem wodnym.

**Rodzaje zbiorników**

Zbiorniki wody możemy podzielić na dwa rodzaje: *zbiorniki naturalne* i *zbiorniki sztuczne.*

*Zbiorniki naturalne* są następujące: źródła, strumienie, rzeki, jeziora i morza oraz moczary i błota.

*Do zbiorników sztucznych* zaliczamy studnie kopane i wiercone, stawy, sadzawki, rowy, kadzie z wodą, zbiorniki podziemne, wreszcie wodociągi.

Poniższa tablica daje ogólny obraz tego podziału:

**TABLICA I.**

**Podział zbiorników wodnych.**

| Zbiorniki naturalne | Zbiorniki sztuczne | |
|---|---|---|
| | mniejsze | większe |
| Źródła<br>Strumienie i potoki<br>Rzeki<br>Jeziora<br>Morza<br>Błota i moczary | *Kadzie* i zbiorniki wody deszczowej<br>*Studnie*<br>a) kopane<br>b) wiercone *)<br>*Sadzawki*<br>*Rowy* | *Stawy*<br>*Kanały spławne*<br>*Zbiorniki duże:*<br>a) podziemne<br>b) nadziemne<br>*Wodociągi*<br>a) mniejsze małomiasteczkowe<br>b) większe wielkomiejskie |

*) Chociaż niektóre studnie wiercone artezyjskie bywają bardzo głębokie i obfitujące w wodę, jednak umieszczone zostały w dziale zbiorników mniejszych (dla ujednostajnienia).

Zanim zaczniemy szczegółowo omawiać sprawę korzystania ze zbiorników wodnych naturalnych i budowę zbiorników sztucznych, należy wyjaśnić powstawanie zbiorowisk wodnych w przyrodzie, przytoczyć zjawiska, jakim wody podlegają i dać ogólne pojęcie o właściwościach wody.

# Opady wodne.

Wszystkie wody, jakie spotykamy w przyrodzie, czy to w postaci strumieni, rzek, jezior, czy też sadzawek, stawów oraz w studniach, są jednego pochodzenia: powstają z opadów, t. j. z deszczu i śniegu.

**Para wodna** Przeszło trzy czwarte powierzchni kuli ziemskiej pokryte jest oceanami i morzami. Promienie słońca, szczególnie silnie działające w stronach podzwrotnikowych, nagrzewają powierzchnię tych wód, które, parując, nasycają powietrze parą. Im powietrze jest więcej nagrzane, tem więcej jest w stanie wchłonąć cząsteczek pary.

**Skraplanie się pary** Przy oziębieniu się powietrza para, znajdująca się w niem, zaczyna się skraplać w postaci mgły. Jako przykład można przytoczyć izbę ogrzaną w zimie,

w której odbywa się zebranie. Wskutek oddechu dużej ilości ludzi powietrze w izbie nasycone jest parą, która na razie jest niewidoczna. Lecz, jak tylko zostaną otworzone drzwi od nieogrzanej sieni, natychmiast pęd zimnego powietrza wpada do izby i skrapla parę w pobliżu drzwi, którą widzimy w postaci kłębów jakby mgły. Zimne gładkie powierzchnie w izbie, jak piec kaflowy, malowane na gładko drzwi i szafy, pokrywają się również kroplami z pary.

**Formowanie się chmur**

To samo zjawisko możemy obserwować i w przyrodzie: Ciepłe wiatry z podzwrotnikowych stron niosą w sobie duże ilości pary, która jest narazie niewidoczna. Jak tylko zetkną się one w górze z chłodniejszemi prądami powietrza, natychmiast cząstki pary zaczynają się skraplać i występują w postaci obłoków i chmur. Im zimniejszy prąd nagle powieje, tem szybciej i obficiej następuje skraplanie.

**Deszcz**

Skroplone cząstki pary łączą się w drobne kropelki, a te znów w większe krople, które spadają na ziemię w postaci mniej lub więcej obfitego, a nieraz i ulewnego deszczu.

**Śnieg i grad**

Bardzo zimne, mroźne prądy powietrza powodują powolne marznięcie kropelek pary i formowanie się śniegu. Raptowne natomiast napotkanie mroźnego prądu szybko zamienia krople pary wodnej w lód, który spada na ziemię pod postacią t. zw. krupy lub kulek i kawałków gradowych.

**Wieczny śnieg i lód**

Wierzchołki gór, wyższych ponad 2 — 2,5 tysięcy metrów, stale są pokryte śniegiem i lodem, ponieważ na tej wysokośai powietrze jest i latem mroźne, skrapla ono więc i natychmiast ścina parę wodną, niesioną przez wiatry, która w postaci lodu i śniegu osadza się na górach i formuje t. zw. pola lodowe (gleczery).

Na wiosnę lub latem, kiedy promienie słońca mocno poczynają grzać, topnieją szybko owe lody i śniegi i formują się wartkie potoki, które, zasilając obficie dopływy rzek większych, bywają zazwyczaj przyczyną przyboru wód i powodzi.

**Rola opadów w przyrodzie**

Opady atmosferyczne w postaci deszczu, śniegu, gradu, krupy lub rosy są głównem i jedynem źródłem, zaopatrującem naszą ziemię w wodę. Od ich obfitości,

równomiernego opadania zależą urodzaje; od nich zależy cała wegetacja roślinności, od nich wreszcie zależy życie tysięcy istot, ludzi i zwierząt.

**Ilość opadów** Obfitość wód opadowych bywa stale mierzona przez stacje meteorologiczne, znajdujące się w wielu miejscowościach w kraju i zagranicą, zapomocą specjalnych przyrządów i stale notowane.

Jako miara, przyjęta jest wysokość w milimetrach słupka wody, która z każdego deszczu zbiera się w specjalnem naczyniu danego przyrządu. Jeśli się określa, że naprzykład w kwietniu opadów było 15 m/m, to znaczy, że na powierzchnię jednego metra kwadratowego spadło wody $1000 \times 1000 \times 15 = 15.000.000$ m/m$^3$ t.j.

$$\frac{15.000.000}{100.100.100} = 15 \text{ litrów.}$$

Średnia roczna ilość opadów w Polsce wynosi, około 500 m/m. Im bliżej dana miejscowość leży morza i gór, tem opady są obfitsze. Na pomorzu, w Poznańskiem roczna ilość opadów dochodzi do 550 — 700 m/m, w górach do 900 m/m, gdy natomiast na Kresach Wschodnich, gdzie klimat jest więcej kontynentalny, t. j. więcej suchy, średnia ilość opadów rocznie wynosi około 400 — 450 m/m.

# I. Zbiorniki wody naturalne

Zbiorniki naturalne, które wyliczyliśmy wyżej, formują wody, występujące na powierzchni ziemi w postaci źródeł, strumieni, rzek, moczarów, jezior i mórz.

Jeśli dane osiedle leży w pobliżu takiego zbiornika, to zadanie zaopatrzenia osiedla w wodę dla celów pożarniczych jest bardzo ułatwione i polega tylko na udostępnienin korzystania zeń i umożliwienia jaknajwięcej łatwego wydostawania wody oraz dostarczenia jej do miejsca pożaru.

Rozpatrzmy pokolei wszystkie powyższe zbiorniki, uwzględniając w pierwszej linji potrzeby obrony przeciwpożarowej, a zarówno zwracając uwagę i na stronę zdrowotną zaopatrzenia ludności w wodę, zdatną do picia, gotowania pożywienia, pojenia inwentarza i t. p. celów gospodarczych.

## 1. Źródła

**Przenikanie wody opadowej**

Opady wodne w postaci deszczu i śniegu przenikają powoli przez warstwy ziemi. Należy przytem zaznaczyć, że nie cała ilość wody z opadów bezpośrednio dostaje się do warstw ziemi, a tylko jej część, gdyż pewna ilość podlega parowaniu, pewna — bywa pochłaniana przez roślinność, a część spływa po pochyłości.

**Parowanie wody opadowej**

Parowanie jest tem silniejsze, im temperatura powietrza jest wyższa i im więcej jest ono suche oraz im silniejszy jego ruch t. j. wiatr. Podczas skwarnych dni, naprzykład, parowanie wynosi 2 — 5 m/m, a nieraz nawet do 6 — 7 m/m.

Intensywność parowania zależy również od rodzaju gleby i jej struktury oraz od powierzchni. Zwarta ubita gleba paruje gorzej, niż wzrychlona, zorana, zbronowana. Czarnoziem i gliniasta ziemia paruje słabiej, niż piaszczysta.

Największy wpływ na stopień parowania powierzchni danej gleby wywiera roślinność. Najwięcej sprzyjają parowaniu wody trawy i zboża, a najmniej lasy, które dają cień, wskutek czego z ziemi, pokrytej lasem, 3 — 4 razy mniej wyparowuje wody, niż z pól. Lasy zatem są regulatorem i ochroną cyrkulacji wód. Wskutek ich wyrąbywania widzimy stopniowe ubożenie miejscowości w wodę, zmniejszanie się, a nawet wysychanie strumieni i rzek.

**Pochłanianie przez roślinność**

Pochłanianie wody opadowej przez roślinność też gra pewną rolę, albowiem część opadów bywa wsysana przez korzenie różnych roślin i zamienia się na życiodajny sok, część przenika przez pory w liściach łodygach i źdźbłach.

**Spływanie wody opadowej**

Spływanie wody opadowej po pochyłości jest zależne od intensywności deszczu, od spadu gruntu, od rodzaju powierzchni, wreszcie od pory roku. Opady z deszczu drobnego t. zw. kapuśniaku spływają wolniej, wsiąkając przeważnie w ziemię; woda natomiast z deszczu ulewowego w większej części spływa po powierzchni pochyłej. Im spad jest większy, tem proces ten odbywa się szybciej.

Na ilość spływającej wody duży wpływ wywiera rodzaj powierzchni gruntu, na który trafiają opady: najszybciej spływa woda po polach, wolniej po łąkach, a najpowolniej na gruntach zalesionych.

Woda, powstała od topnienia śniegu na wiosnę, spływa w większej ilości, jeśli w głębi gleby trzyma jeszcze zamróz; po ustąpieniu zaś zamrozu wsiąkliwość gruntu zwiększa się kilkakrotnie.

**Częściowe przenikanie opadów**

Z powyższego widocznem jest, że wody z opadów podlegając różnym procesom, które uzależnione są od wielu czynników, przenikają do warstw ziemi tylko w pewnej części. Z szeregu obserwacyj i pomiarów wynika, że część, wsiąkająca w ziemię, stanowi od 1/10 do 3/4 całej ilości wód opadowych.

Ta część opadów, która wsiąkła w ziemię, powoli przenika do coraz to głębszych jej warstw.

**Przesiąkliwość warstw ziemi**

Warstwy te bywają przepuszczalne, jak naprz. piasek, żwir, próchnica lub też mało przesiąkliwe, albo wcale nieprzenikliwe, jak ciężka zwarta glina, grunty kamieniste, skaliste i t. p.

Cząstki wody opadowej przenikają, sącząc się wgłąb coraz dalej, aż dopóki nie natrafią na warstwę nieprzepuszczalną. Wtedy, spływając po jej pochyłości, gromadzą się w głębszych miejscach warstw podziemnych.

**Wody gruntowe**

Wody, które wsiąkły w ziemię i przefiltrowały się przez płytsze lub głębsze warstwy, natrafiły na pokłady nieprzepuszczalne i zgromadziły się w wodonośnych piaskach lub żwirze, — noszą nazwę wód gruntowych. Z tych jedne przenikają głęboko na kilkadziesiąt i więcej (do paruset) metrów i, będąc doskonale przefiltrowane, tworzą zbiorowisko t. zw. *wód arteryjskich*, będących najczęściej pod wpływem ciśnienia, które je po wywierceniu otworu podnosi bliżej powierzchni ziemi lub nawet wyrzuca w postaci fontanny.

Inne znów wody znajdują się w pobliżu powierzchni ziemi i noszą nazwę *wód zaskórnych*.

**Wahania poziomu wód zaskórnych**

Wody gruntowe, a zwłaszcza zaskórne podlegają ustawicznie wahaniom, które są zależne od pory roku. Najniżej opuszcza się poziom wód zaskórnych w lutym i marcu; najwyżej się podnosi na wiosnę wskutek zasilania przez wodę z roztopów wiosennych; latem poziom ten powoli się opuszcza, szczególnie podczas suchej pory roku w lipcu i sierpniu; a ku jesieni znów się podnosi, gdy się zaczną jesienne szarugi i długotrwałe słoty. Po zamarznięciu ziemi poziom zaskórnych wód znów się opuszcza.

Im bliżej się znajduje powierzchni ziemi dany poziom wód zaskórnych, tem wahania te są znaczniejsze, co powoduje nieraz, że obfita na wiosnę woda pod koniec lata zupełnie wysycha. To zjawisko daje się niestety często zaobserwować w naszych wiejskich studniach, kopanych zazwyczaj płytko, które podczas posuchy, kiedy pożarów bywa najwięcej, nieraz mają na dnie tylko trochę błota.

**Mokradła**

Jeśli na większej poziomej płaszczyźnie znajduje się tuż pod powierzchnią warstwa ziemi nieprzepuszczalnej naprz. glina, to zaskórna woda występuje w postaci błota i mokradła.

Zaskórna woda, znajdując się płytko pod ziemią, rzadko kiedy bywa dobra i czysta, gdyż nasiąka sokiem z korzeni i t. p., a do tego zaskórna woda zazwyczaj mało ulega procesowi filtracji w przeciwieństwie do wód, które przeniknęły głębiej i zostały przefiltrowane przez szereg warstw ziemi.



rys. 1

**Formowanie się źródła**

Gdy dolny nieprzesiąkaliwy pokład z gliny lub skały w pochyleniu swem zbliża się do powierzchni ziemi, wtedy wody, sącząca się w wodonośnym piasku po po tej pochyłości, wypływa na powierzchnię ziemi w postaci źródła (rys. 1). Przy większej obfitości źródła wypływa

z niego woda małym strumykiem. W razie kilku źródeł znajdujących się w pobliżu biegu strumienia, ten ostatni bywa zasilony innemi strumykami i zamienia się na niewielką rzeczkę, która, będąc zasilana przez inne dopływy, stopniowo się zwiększa i w dalszym swym biegu zamienia się nieraz w spławną rzekę.

**Czystość wody źródlanej**

Woda źródlana, filtrując się nieraz przez kilka warstw piasku i żwiru i osadzając w nich wszelkie zanieczyszczenia, bywa zazwyczaj bardzo czysta, a temsamem i zdrowa.

Sącząc się z głębi, źródlana woda jest zwykle o dość niskiej temperaturze, przezroczysta, kryształowa i nęci podczas upału spragnionego przechodnia.

**Źródła samobijące**

Są źródła, z których woda, będąc pod stałem ciśnieniem wód, płynących pod ziemią z górnych warstw, bije silnym prądem. Takie ciekawe zjawisko można zaobserwzwać na Wołyniu w powiecie krzemienieckim przy drodze, prowadzącej z Poczajowa do Radziwiłłowa. Z niewielkiej skały, znajdującej się tuż przy drodze, z wysokości 3 metrów bije silnym bocznym prądem czysta kryształowa woda i wpada w zagłębienie (rys. 2), z którego sączy się mały strumień, zamieniający się w dalszym biegu w rzeczkę, która wpada do rzeki Ikwy, a z tą do Styru.

**Spożytkowanie źródeł otwartych**

Mowa tu w pierwszej linji o korzystaniu z wody źródlanej dla gaszenia pożarów, a również użytkowaniu jej na potrzeby gospodarcze.

Przedewszystkiem należy określić ilość wypływającej ze źródła wody.

**Określenie wydajności źródła**

Jest parę sposobów mierzenia wydajności źródeł. Jeśli źródło nie jest zbyt obfite, to najprostszy polega na czerpaniu wody ze źródła naczyniem o określonej pojemności (w litrach) w ciągu kilku minut.

**1-szy sposób**

W tym celu, jeśli źródło jest zbyt płytkie, to albo pogłębia się je, albo też kopie się zagłębienie w dnie strumyka, wypływającego z danego źródła i wbija się w dno zagłębienia przy brzegu łata, na której oznacza się rysą stały poziom wody w dole.



rys. 2

UWAGA: Dół kopie się na całej szerokości strumyka, co można uczynić tylko przy wypływie wąskim (0,5 — 1,5 m.). Przy strumieniu szerszym będzie podany inny sposób mierzenia wydajności.

Potem przystępujemy do mierzenia wody.

Jeden badacz ma w ręku zegarek, a drugi trzyma puste naczynie (wiadro) i na dany przez pierwszego znak zaczyna czerpać: szybko zanurzając w wodę wiadro, napełnia je i wylewa wodę na bok, licząc ilość wylanych wiader.

Jeśli wody w dole nie ubywa, to stawia się drugiego (i trzeciego) z wiadrem, przyczem obaj na dany znak szybko napełniają kolejno swe naczynia i wylewają wodę, aż poziom jej obniży się nieco, poczem zaprzestają wylewać. Pierwszy obserwuje na zegarku czas i, kiedy po zaprzestaniu wylewania poziom wody dojdzie do rysy, notuje sobie.

**Przykład** Przykład wyjaśni najlepiej:

Przypuśćmy, że obserwator zanotował na zegarku 10-tą godz. 21 minut (rano) i na dany znak dwaj ludzie, mając każdy 12-litrowe wiadro, zaczęli szybko wylewać wodę i po paru minutach, kiedy poziom wody w dole obniżył się znacznie, zaprzestali; poczem o godz. 10-ej 24 minut 50 sek. poziom wody doszedł do rysy na łacie.

Wyleli przytem obaj 48 wiader.

Ilość zatem wody wyniesie $48 \times 12 = 576$ litr. Ponieważ wylewanie i napełnienie się ponownie dołu trwało 3 minuty i 50 sekund, zatem wydajność źródła będzie około $576 : 3\,^5/_6 = 152$ litrów w ciągu minuty, co jest prawie wystarczające do pracy dwóch średnich ręcznych sikawek przez prądownice o mniejszych pyszczkach.

**2-gi sposób.** Ten sposób jest prawie taki sam, jak 1-szy, różni się tylko tem, że zamiast czerpania wody wiadrami używamy sikawki ewent. sikawek (dwóch, trzech jeśli źródło obfite).

Każda sikawka powinna mieć swego obserwatora, który pilnuje, aby pompujący „dobijali“ tłoki dla uzyskania pełnych skoków, liczy ilość skoków w określonym czasie (w ciągu minuty) i spoziera na zegarek, notując czas rozpoczęcia pompowania i zakończenia tej czynności. I tu przykład najlepiej wyświetli te czynności i pomiary.

**Przykład** Do pomiarów użyto 2-ch sikawek: starą 2-cylindrową o średnicy cylin. $d_1 = 100$ mm i skoku $s_1 = 280$ mm oraz nowoczesną 1-cylindrową z podwójnie działającym tłokiem $d_2 = 125$ mm i $s_2$—200 mm. Pompowanie

wody z zagłębienia przy źródle odbywa się w obu sikawkach przy swobodnym wylewie przez wąż tłoczny bez prądownicy. Oba węże ssawne są zanurzone w zagłębieniu i zabezpieczone przez pływaki lub znajdują się w wiadrach, jeśli zagłębienie jest płytsze.

Nazwijmy przez $Q_1$ ilość wody wypompowanej przez sikawkę pierwszą
„ „ $Q_2$ „ „ „ „ „ drugą
„ „ $d_1$ (= 100 mm) średnica cylindrów sikawki pierwszej
„ „ $d_2$ (= 125 mm) „ cylindra „ drugiej
„ „ $s_1$ (= 280 mm) skok tłoka „ pierwszel
„ „ $s_2$ (= 200 mm) „ „ „ drugiej

Dla obliczenia wydajności sikawek istnieją wzory:

$$Q_1 = u_1\ 2n_1 \frac{\pi\ d_1{}^2}{4} \cdot s_1 \quad \text{i} \quad Q_2 = u_2\ 2n_2 \frac{\pi\ d_2{}^2}{4} \cdot s_2$$

gdzie $u_1$ i $u_2$ spółczynnik wydajności, zależny od konstrukcji sikawki, od wielkości szkodliwej przestrzeni i od szczelności tłoków. Ta wielkość waha się od 0,9 do 0,95.

Ponieważ sikawka dwucylindrowa, mając komorę wysuniętą więcej do przodu, posiada kanały dłuższe, a tem samem przestrzeń szkodliwą większą, niż nowoczesna jedno-cylindrowa, mająca komorę na cylindrze i krótkie kanały, a oprócz tego tłok ostatniej zaopatrzony w potrójne uszczelnienie, zawsze daje rękojmię zupełnej szczelności, nawet przy wytartych skórzanych natłoczkach, czego nieda się osiągnąć w sikawce dwu-cylindrowej, przeto bez żadnej omyłki przyjąć można że:

$$u_1 = 0{,}91, \quad \text{a} \quad u_2 = 0{,}94$$

To samo da się powiedzieć i o ilości skoków na minutę: $n$ zazwyczaj waha się od 50 — do 57 skoków.

Ponieważ sikawka 2-cylindrowa posiada większy skok (280mm) od sikawki 1-cylin. (= 200 mm) więc i łuk, jaki opisuje dźwignia, jest większy i wynosi około 1,6 m. — 1,7 m., gdy łuk drugiej tylko około 0,9 m.

Zatem śmiało przyjąć możemy dla sikawki pierwszej $n_1 = 51$, a dla drugiej $n_2 = 55$.

Wydajność obu sikawek zatem będzie:

$$Q_1 = 0{,}91 \,.\, 2 \,.\, 51 \,.\, \frac{\pi\ (1)^2}{4} \,.\, 2{,}8 \quad ; \quad Q_1 = 210 \text{ litr./min.}$$

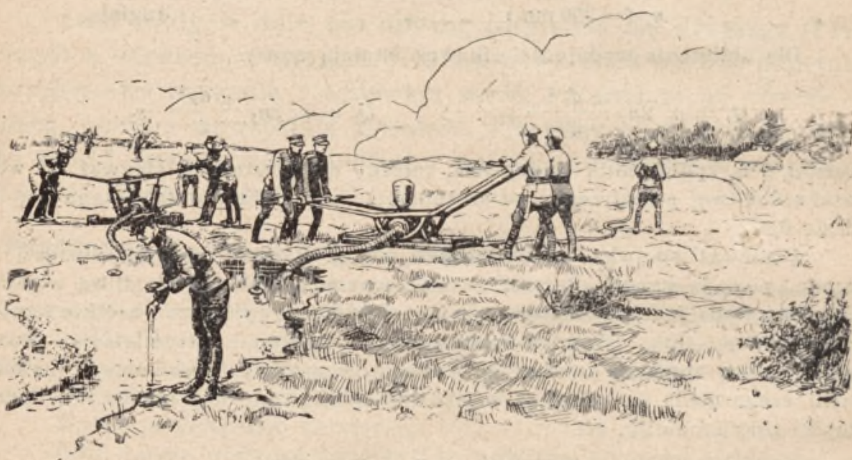
$$Q_2 = 0{,}94 \,.\, 2 \,.\, 55 \,.\, \frac{\pi\ (1{,}25)^2}{4} \,.\, 2 \quad ; \quad Q_2 = 253 \quad „$$

Przypuśćmy, że od godz. 11 m. 10 obie sikawki zaczęły pompować wodę z zagłębienia przy badanem źródle (rys. 3). O godz 11 m. 12 t. j. po 2-ch minutach pompowania poziom wody widocznie się obniżył. Obserwator z zegarkiem w ręku dał znak zaprzestania pracy i obserwuje stopniowe podnoszenie się poziomu wody aż do rysy (na łacie). Przypuśćmy, że woda doszła do rysy o godz. 11 m. 14 sek. 15 czyli podnoszenie się poziomu trwało 2 m. 15 sek. Stąd łatwo obliczyć wydajność źródła.

Ponieważ od czasu rozpoczęcia pompowania wody do czasu podniesienia się poziomu wody do normalnego upłynęło 4 min. 15 se kun (= 4,25) zatem wydajność źródła $Q$ będzie:

$$Q = \frac{2\,(210 + 253)}{4{,}25}\ ; \quad Q = \sim 218 \text{ litr.}$$

Zatem nasze źródło będzie w stanie zasilać wodą 2 — 3 sikawki ręczne lub nawet jedną silnikową.



rys. 3

**3-ci Sposób** Jest to sposób obliczenia przepływu według wzoru *Pancelet'a* i *Lesbras'a.*

W strumieniu ustawia się tarczę szczelnie zbitą z kilku desek t. zw. zastawę, w której jest wycięcie o szerokości $s$ i wysokości $h$. Robimy wąski przekop (rowek) w obu brzegach i w dnie strumienia, w który wstawiamy tarczę, tak aby spód wszedł w dno a górna krawędź jej wystawała ponad wodę (rys. 4). Woda będzie się przez wycięcie przelewać. Mierzymy wysokość ($h$) o $^1/_2$ metra przed tarczą.

Wzór Pancelet'a i Lesbras'a jest nast.:

$$Q = {}^2/_3\, u\, F \sqrt{2\, g\, h}\ {}^{*)}, \quad \text{gdzie } F = s \,.\, h$$

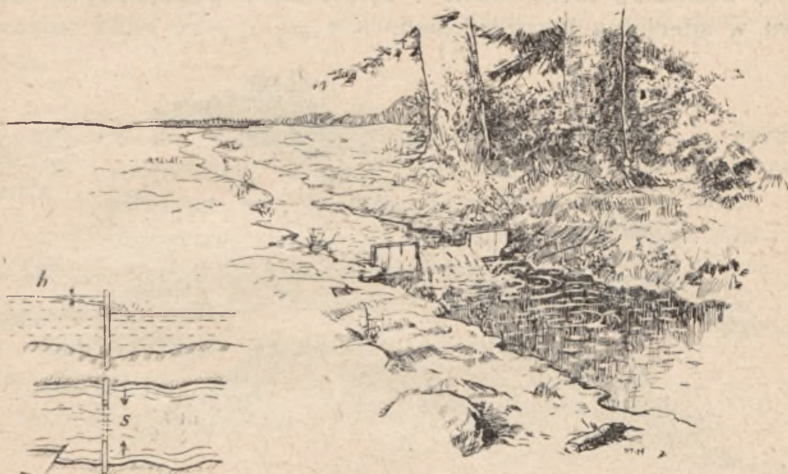
gdzie $Q$ jest ilość wody przepływającej w sekundę
$g$ przyśpieszenie ciężkości = 9,81 m.
$u$ współczynnik przepływu; on jest określony za pomocą szeregu pomiarów: wynosi od 0,58 do 0,64, średnio 0,6 i zależy od

---

*) Szybkość przeyływającej wody $v = \sqrt{2\, g\, h}$

szerokości wycięcia *s* i od wysokości tego. Im mniejsze są te wielkości, tem współczynnik *u* będzie większy.

Ponieważ pomiary dla naszych celów nie muszą być nadzwyczaj dokładne, możemy przyjąć średnio $u = 0,6$.




rys. 4

**Przykład** Przypuśćmy, że wycięcie w naszej zastawie jest 0,9 × 0,1 m. t. j. $s = 0,9$ m. i $h = 0,1$ m. Jaka ilość wody przez m. przepływa w sekundę?

Wstawiając dane do naszego wzoru, otrzymamy:

$$Q = {}^2/_3 \,.\, 0,6 \,.\, 0,9 \,.\, 0,1 \sqrt{2 \,.\, 9,81 \,.\, 0,1}$$

$Q = 0,016$ m. czyli $Q = 16$ litr./sek. $= 60 \,.\, 16 = 960$ litr./min.

Jest to duże źródło, mogące zasilić 2 — 3 sikawki silnikowe.

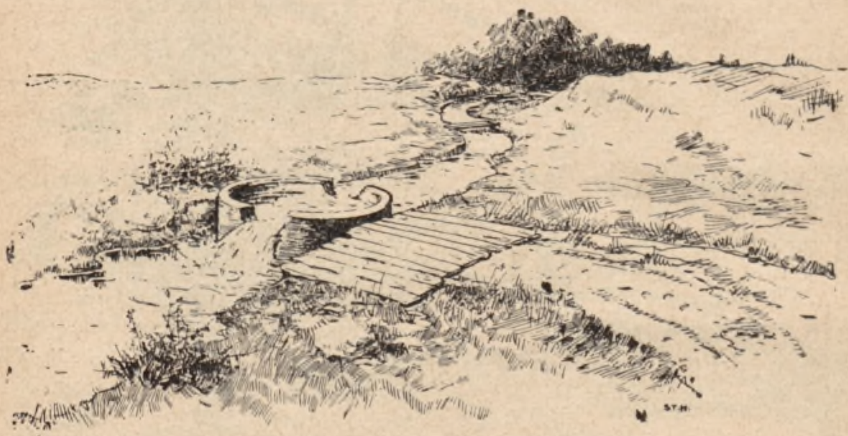
**Ujęcie źródła** Sposób ujęcia wody, wypływającej ze źródła, jest zależny od odległości źródła od danego osiedla.

**Rów** Jeśli ta odległość nie jest znaczna, a warunki miejscowe, t. j. rodzaj gleby, zgoda właścicieli gruntów i t. p. pozwalają na przekopanie rowu od źródła do osiedla, to najpraktyczniej jest wykopać dobry, dość głęboki rów, zakończony stawem lub zbiornikiem podziemnym.

W razie przesiąkliwości gruntu, przez który ma iść rów, należy dno i boki dobrze ubić grubą warstwą gliny lub nawet, jeśli środki na to pozwalają, wybrukować lub wybetonować łożysko

rowu, a jeszcze lepiej przeprowadzić rurociąg. Im głębszy będzie rów, tem mniej będzie woda wyparowywała. Z tych względów należy od strony południowej, południ.-wschodniej lub południ.-zachodniej, posadzić na krawędzi rowu gęste krzaki.

O stawach, sadzawkach i zbiornikach podziemnych będzie mowa w specjalnych rozdziałach.



rys. 5

**Studnia** W razie trudności w przeprowadzeniu wody ze źródła, czy to z powodu znacznego oddalenia od osiedla, czy też sprzeciwu właścicieli gruntów, przez które jest projektowany rów, wreszcie z powodu braku środków, to — najprostszem zużytkowaniem źródła dla celów pożarniczych będzie wybudowanie na źródle studni betonowej z kręgów lub też, jeśli warunki terenowe (zagłębienie i spadek i t.p.) pozwalają — urządzenie na miejscu stawu.

W tych wypadkach musi być urządzony do studni lub stawu wygodny dojazd, aby beczkowozy mogły się swobodnie napełniać wodą (rys. 5), a sama studnia powinna posiadać t. zw. przelew dla swobodnego wypływu zbierającego się nadmiaru wody.

Woda ze źródła zazwyczaj płynie małym strumieniem i, jak było powiedziane wyżej, łącząc się z innemi strumykami, rozszerza się w rzeczkę i stopniowo z małej rzeki staje się większą.

Zanim przystąpimy do omówienia sprawy wykorzystania strumieni i rzek dla naszych celów obrony od pożarów, należy dać jeszcze ogólne pojęcie o właściwościach i zdrowotności wody.

## 2. Właściwości wody.

Ponieważ woda w codziennem użyciu każdego człowieka gra pierwszorzędną rolę, używana jest bowiem do picia, gotowania, jedzenia, mycia się, do pojenia inwentarza, — przeto należy tu powiedzieć kilka słów o jej właściwościach pod względem zdrowotnym.

**Zalety wody zdatnej do picia**

Woda, używana do potrzeb domowych, a przedewszystkiem do gaszenia pragnienia i do gotowania, powinna mieć następujące własności: a) musi być *przezroczysta*, b) *bez zabarwienia*, c) *bez smaku i zapachu*, d) *bez domieszki szkodliwych mineralnych soli, kwasów i gazów*, e) *bez chorobotwórczych bakteryj*, f) *bez nanieczyszczeń natury organicznej*.

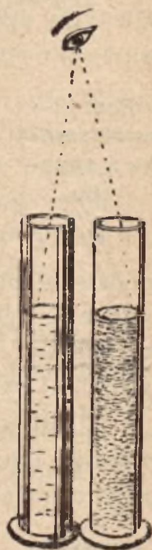
Rozpatrzmy w ogólnych słowach, bez wdawania się w szczegółową analizę, powyższe warunki.

**Przezroczystość**

Stopień przezroczystości danej wody można określić przez porównanie „na oko“ z wodą destylowaną*). Do tego potrzebne są dwa naczynia szklane w postaci rurek z czystego szkła, wąskich (10 — 20 m/m), wysokich do 350 mm, z denkiem.

Do jednej nalewamy wodę destylowaną, a do drugiej wodę badaną i patrzymy na obie po linji pionowej, t. j. z góry (rys. 6-ty).

Stopień zamącenia wody bywa różny, nazywamy wodę *mętną, nieco zamąconą* i bez śladów zamącenia czyli *przezroczystą*.



rys. 6

Jeśli woda jest mętna lub nieco zamącona, to należy ją oddać do laboratorjum do analizy, aby przez rozbiór chemiczny można było ściśle określić zawartość brudnej wody i przyczynę jej zamącenia.

---

*) Destylowaną wodę otrzymuje się przez gotowanie wody zwykłej w retorcie, z której wychodzi para przez specjalną wężownicę (spiralnie zwiniętą rurkę), gdzie pod wpływem oziębienia skrapla się w bardzo czystą wodę.

**Bezbarwność**

Często woda posiada zabarwienie żółte lub brunatne, szczególnie gdy płynie przez lasy wśród korzeni i gnijących liści, a również, gdy przepływa przez ślady pokładów rudy żelaznej, jakie bardzo często się trafiają w naszych mokradłach; zabarwia się na wtedy kolor rdzawy.

Obecność żelaznych soli, w ilości nawet 0,0002 grama w litrze wody, już ją zabarwia. Niektóre sole, zwłaszcza wapienne, nadają wodzie kolor błękitny, przyczem im więcej jest barwa niebieska, tem woda jest twardsza. Zabarwienie natomiast bure lub żółtawe znamionuje wodę miękką.

Określenie stopnia zabarwienia wody „na oko" czyni się też przez porównanie z wodą destylowaną, którą jak również i badaną, napełniamy dwa wąskie wysokie naczynia szklane, na które patrzymy zgóry, tak samo jak przy badaniu stopnia zamącenia. I jak poprzednio przy znacznem zabarwieniu należy próbę posłać do analizy.

**Nieobecność smaku i zapachu**

Obecność w wodzie rozpuszczalnych gazów i organicznych domieszek nadaje często wodzie specjalny zapach i smak.

Zapach gnilny wykazuje obecność w wodzie soli amonjakalnych. Przykry zapach zgniłych jaj nadaje wodzie siarkowodór ($H_2S$), spotykający się nieraz w zaskórnych wodach. Oprócz powyżej wymienionych, znajdują się nieraz w wodzie w niewielkich ilościach chlor (Cl), kwas siarkowy ($H_2SO_4$) i swobodny dwutlenek węgla [$H_2(CO_2)$].

Jeśli woda wydziela nieprzyjemny zapach i smak, należy ją również oddać do analizy, która określi jej większą lub mniejszą przydatność dla potrzeb gospodarki domowej.

**Przydatność wody do picia**

Woda jest zdatna do picia, gdy w jednym metrze sześciennym (1000 litrów) zawiera po wyparowaniu nie więcej niż 0,5 grama suchych domieszek, gdy zakwaszenie ($KM_g O_4$)] wynosi nie więcej, jak 0,01 gr; ilość chloru (Cl)—0,035 grama, kwasu siarkowego ($H_2SO_4$)—0,1 gr; kwasu azotowego ($N_2O_3$) — ślady; amonjaku ($NH_3$) — ślady; tlenku żelaza — 0,0001 gr.

**Stopień twardości wody**

Jeśli przy myciu mydło w wodzie słabo się pieni i woda odrazu zmywa mydliny z twarzy i rąk, to taką wodę nazywamy twardą.

Większa lub mniejsza obecność w wodzie mineralnych domieszek czyni ją twardą lub mięką. Z tych najwięcej nadają wodzie t. zw. twardości sole wapienne ($CaCO_3$) oraz sole magnezji ($MgCO_3$). Stopień twardości wody może być określony przy pomocy specjalnego przyrządu (Butron'a i Bode's, Clark'a i innych), gdzie ilość stopni twardości określa się ilością centygramów soli wapiennych lub magnezjowych w 1-ym litrze wody.

Dobra woda do picia nie powinna posiadać więcej, jak 20 stopni twardości.

**Jakość wód spotykanych w przyrodzie**

Wody, spotykane w przyrodzie odróżniamy trojakiego rodzaju: a) *wody atmosferyczne*, pochodzące z opadów, z deszczu i śniegu, b) *wody źródlane* w studniach i c) *wody nadziemne* w rzekach i jeziorach.

**Wody atmosferyczne**

Z tych różnorakich wód najwyższe miejsce pod względem jakości, zdrowotności i czystości zajmują wody atmosferyczne; zawartość bowiem w nich domieszek zależy tylko od zawartości powietrza i od większej lub mniejszej obecności w niem kurzu. Wody atmosferyczne są zazwyczaj bogate w tlen i azot i są one bardzo miękkie.

**Wody źródlane**

Następne miejsce co do czystości i zdrowotności zajmują wody źródlane, zwłaszcza wody, pochodzące z głębszych zbiorowisk wodnych. Różnią się one od wód opadowych tem, że nie mają azotu i amonjaku oraz są często więcej twarde, gdy natrafią na warstwy, zawierające wapień lub kredę.

**Wody nadziemne**

Na trzeciem miejscu należy postawić wody nadziemne w strumieniach, rzekach, jeziorach, zwłaszcza w miejscowościach mało zabudowanych. Zazwyczaj woda w tych naturalnych zbiornikach bywa dobra, miękka i w zupełności nadająca się do domowego użytku.

Natomiast woda w rzekach i jeziorach w miejscowościach o gęstem zaludnieniu, a zwłaszcza w miejscowościach fabrycznych, bywa często zanieczyszczona ściekami, nieraz nawet o właściwościach trujących, a również zarażona chorobotwórczemi bakterjami.

W tych wypadkach woda musi być poddana parokrotnej analizie chemicznej i bakterjologicznej, które dopiero mogą określić przydatność tej wody do domowego użytku.

**Samooczyszczanie się**

Należy jednak zaznaczyć, że woda bieżąca (strumienie, rzeki, kanały), o równomiernym prądzie, ma właściwość podlegania szybkiemu procesowi utleniania się, wskutek czego nieczystości się neutralizują, a bakterje giną i, jak wykazały badania, woda bardzo zanieczyszczona, po przepłynięciu około 20 klm., podlega zupełnemu samooczyszczeniu się i jest już zdatna do użytku.

## 3. Strumienie, potoki i rzeki.

Jak było wyżej powiedziane, strumienie i rzeki biorą początek zazwyczaj ze źródeł, potoki najczęściej wypływają z lodowych pól i śniegów w górach.

Strumienie wypływają albo wprost z miejsca ukazania się wody źródlanej z pod ziemi, lub też biorą początek z mokradeł i błot, najczęściej leśnych, zasilanych podziemnemi źródliskami. Nieraz strumień lub rzeczka, a nawet większa rzeka wypływa z jeziora.

Pragnąc wykorzystać wodę z małych strumieni do gaszenia pożarów, musimy określić ich wydajność t. j. ilość litrów wody płynącej na minutę. Sposobów prowadzenia tych pomiarów nie podaję, gdyż znajdują się one w każdym kalendarzu technicznym.

**Dostęp do wody**

Mówiąc o tych naturalnych zbiornikach, jakiemi są strumienie, rzeki i jeziora, musimy przedewszystkiem zwrócić uwagę na ułatwienie dostępu do wody, bo szybkie dostarczenie wody do miejsca pożaru jest jednem z pierwszych zadań racjonalnej obrony przed tą klęską.

W danym wypadku mowa o ułatwieniu dostępu do brzegów danego strumienia lub rzeki.

Brzegi rzek są bardzo różnorodne: albo płaskie, nizinne i nieraz bagniste, albo też wyniosłe, spadziste i więcej lub mniej strome.

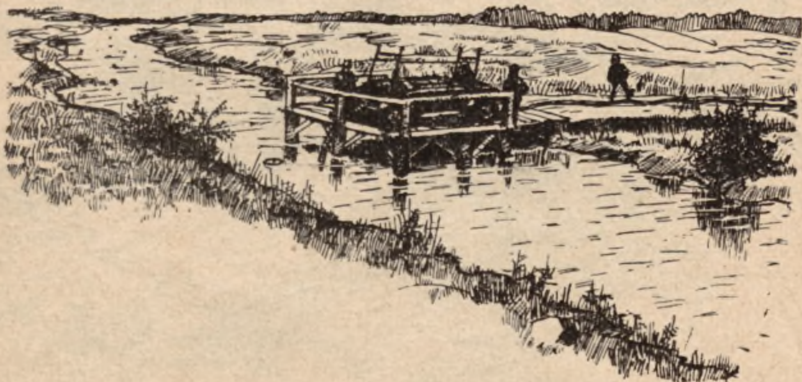
**Brzegi płaskie**

Najłatwiejszy jest dostęp do wody w strumieniach i rzekach o brzegach płaskich, z wyjątkiem bagni-

stych. Jednak i tu najczęściej wydarza się, że przy samym brzegu woda jest płytka i czerpanie jej przedstawia pewne trudności.

Dla udostępnienia więc można użyć następujących sposobów: albo się urządza groblę, wchodzącą w rzekę do głębszego miejsca lub też pomost, albo też kopie się na brzegu zagłębienie lub studnię.

**Pomost** Pomost powinien być o tyle wysunięty, aby dochodził do tego miejsca, gdzie woda ma już pewną głębię, umożliwiającą ssanie wody przy pomocy sikawki, hydroforu lub pompy. Pomost buduje się najczęściej na dwóch szeregach pali,



rys. 7

wbitych w dno rzeki, na których zamocowują się przez zaczopowanie bale; na balach tych układa się sam pomost z desek grubości 40 — 60 mm, w zależności od tego, do czego ma urządzenie to służyć. Jeśli pomost jest przeznaczony do sikawki ręcznej, silnikowej lub hydroforu, wtedy budowa jest lżejsza. Natomiast pomost, służący do wjazdu nań samochodu (autopompy), powinien być zbudowany solidnie. W ostatnim wypadku pale wbija się głębiej w dno i są one grubsze oraz każda para pali od drugiej znajduje się bliżej. Pomost jest wtedy conajmniej 3 m szerokości i ma dokoła t. j. obu boków i na końcu grube krawężnice a nawet mocną barjerę (rys. 7). Każdy bal zaczopowany na parze bali powinien być jeszcze podparty ramionami. Krawężnice i barjery są tu niezbędną ostrożnością, zwłaszcza gdy pociemku samochodowa sikawka wjeżdża tyłem, aby na końcu pomostu obrać stanowisko dogodne do ssania.

**Pomost mniejszy**

Rys. 8 przedstawia pomost lżejszego typu, przeznaczony do ustawienia sikawki silnikowej lub ręcznej albo hydroforu. Wtedy pomost na końcu jest szerszy, przynajmniej 3,5 — 4 m. i 2 — 3,5 m. długi, aby hydrofor lub sikawka ręczna mogła się zmieścić wraz 6 — 8 ludźmi pompują-



rys. 8

cymi. Dojście do tej części pomostu może być węższe, jednak przynajmniej 1,5 m. szerokości dla swobodnego przeniesienia sikawki lub hydroforu *).

Pomost lżejszy też należy otoczyć barjerą, zwłaszcza szerszą jego część, przeznaczoną do ustawienia hydroforu lub sikawki, aby ochronić w nocy ludzi od wpadnięcia do wody.

**Stała pompa**

Nieraz zamiast długiego i kosztownego pomostu pod hydrofor można urządzić przy brzegu w miejscach dostępnych dla dojazdu stałą pompę (rys. 9), do której przeprowadzona rura ssawna w specjalnej studzience, zabezpieczonej od zamulenia, ułożona jest nieco dalej od brzegu lub

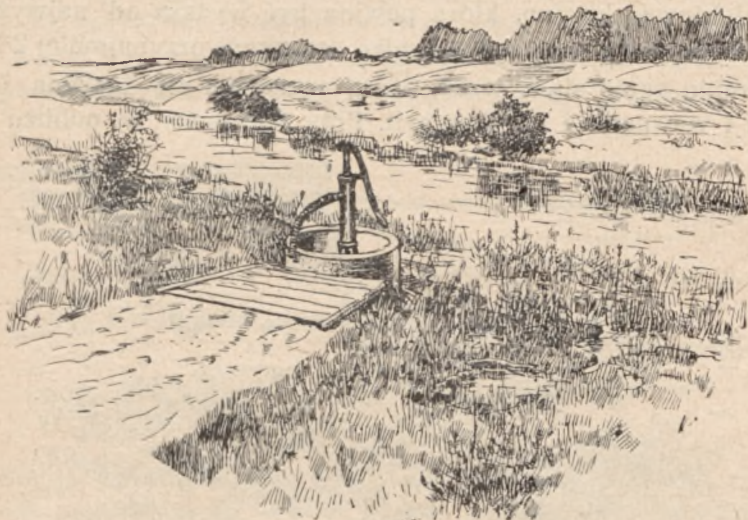
---

*) Hydrofor jest to pompa przenośna, służąca w strażach do zapełniania wodą beczkowozów.

też może być zanurzona w specjalnej studzience, wykopanej przy brzegu.

**Wzmocnienie pomostu**

Przy urządzaniu pomostu, o którym była mowa wyżej, należy wziąć pod rozwagę zachowanie się danego strumienia lub rzeki podczas wiosennych przyborów. Jeśli dane z szeregu poprzednich lat wykazują znaczne wzbieranie wód wiosennych i duży pęd, należy wtedy urządzić pomost na grubych i mocno wbitych w dno palach.



rys. 9

**Pomost rozbierany**

W wypadkach znacznego podnoszenia się poziomu wezbranej wody i zwącej jej siły, stałego i droższego pomostu można nie budować. Natomiast zastąpić ten pomostem prowizorycznym, ustawianym na letnią porę na kozłach*), zamocowanych linami do kołków, wbitych w brzeg lub do dużych kamieni w wodzie od strony pod prąd. Ten pomost przed spodziewaną powodzią da się z łatwością rozbierać. Należy przytem wziąć pod uwagę tę sprzyjającą okoliczność, że podczas wezbrania wody w rzece lub strumieniu nurt zbliża się do danego osiedla, a co zatem idzie, oddalony nieraz od tego osiedla stały pomost

---

*) Budowa kozłów i pomostu opisana jest w VII-ym tomie niniejszej pracy na str. 637-640 lub w książce Nr. 31 (str. 49-52).

może być niedostępny i w danym okresie zbyteczny, gdyż sikawka lub hydrofor mogą być ustawione znacznie bliżej osiedla, ssąc wodę bezpośrednio z rozlewu.

**Grobla** Zamiast pomostu, który jest mniej trwały i nieraz kosztowny, można zbudować groblę, wchodzącą od brzegu wgłąb rzeki na kilka, nieraz kilkanaście metrów.

Tu również przy szkicowaniu projektu grobli trzeba się kierować danemi, dotyczącemi wyższego poziomu wezbranej wody i zaprojektować koronę, która powina być wyższa od najwyższego poziomu wody o $^1/_2$ metra i mieć szerokość przynajmniej $2^1/_2$ m.

Groblę sypie się z ziemi, którą wzmacnia się faszyną i gałęziami i wewnątrz i na zboczach. Przy obecności w pobliżu ka-



rys. 10

mieni dobrze jest wybrukować oba strome zbocza, a zwłaszcza z przodu, gdzie wartki podczas rozlewów prąd może z siłą rwać ten występ.

Na obu krawędziach korony daje się krawężnice z grubych bali lub z kamieni na cement, a również i z przodu na występie, aby umożliwić wjechanie samochodu z sikawką (autopompy) tyłem bez wypadku.

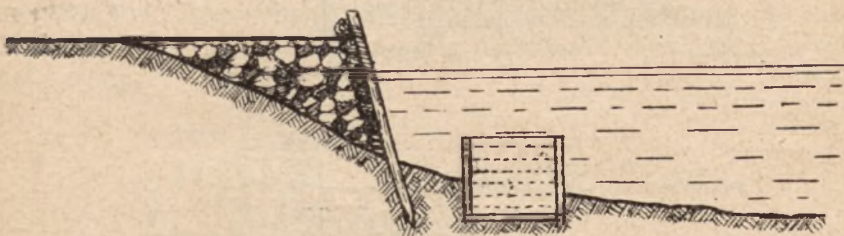
Rys. 10 przedstawia taką groblę w perspektywie.

I pomost i grobla są to urządzenia, których wykonanie wymaga i znacznej umiejętności technicznej, zwłaszcza bicie pali w dno, i pociąga za sobą koszty. Praktyczniejszem i prostszem

jest urządzenie studzienki albo w samej rzece przy brzegu, albo też na brzegu przy wodzie.

**Studnia w łożysku rzeki**

Zagłębienie, czyli urządzenie t. zw. studni w płytkiej rzece przy brzegu ma tę dogodną stronę, że jest proste i kosztuje niewiele. Wymaga jednak ustawicznej pieczy i ochrony od zamulenia i zanoszenia piaskiem. Zagłębienie kopie się możliwie najbliżej brzegu, 1—1,5 m. poniżej dna o średnicy około 1-go metra, aby i sikawka ręczna, która zazwyczaj ma zaledwie 3—4 m. węża ssawnego, mogła zeń ssać wodę, będąc ustawioną na brzegu. Należy przy wyborze miejsca pod studzienkę brać pod uwagę najbliższe położenie brzegu



rys. 11

od osiedla, najniższy stan wody w rzece, dogodny dojazd oraz łatwość ustawienia na samym brzegu sikawki. W tym celu dobrze jest tu przy naszem zagłębieniu umocnić brzeg, wbijając kilka palików i oplatując je chróstem lub też obkładając faszyną zbocze (rys. 11), albo jeszcze lepiej — jeśli są w pobliżu kamienie — wybrukować.

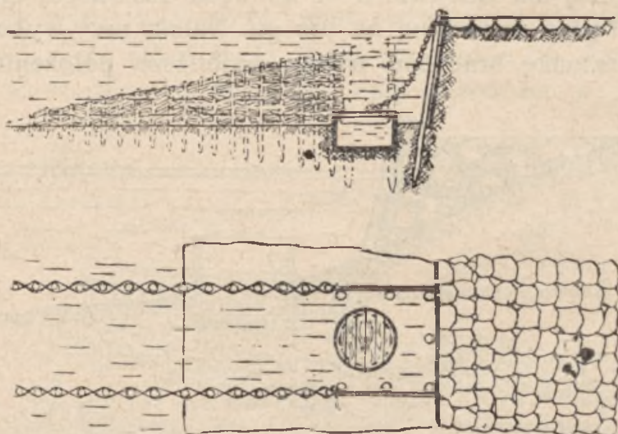
**Ochrona od zamulenia**

Dla zapobieżenia szybkiemu zanoszeniu studzienki piaskiem i mułem dobrze jest urządzić z bali lub kamieni na dnie rzeki dokoła naszego wgłębienia jakby ramę w rodzaju barjery lub też wkopać krąg betonowy, cembrowinę, której krawędź nie dochodzi do powierzchni najniższego poziomu dna o jakieś 0,3 — 0,5 m. Tego rodzaju występujące ponad dno obramowanie studzienki zabezpieczy ją na pewien czas od zanoszenia piaskiem. Niezależnie od tego dobrze jest przykryć studzienkę szczelnie dopasowaną pokrywą z blachy lub płytką żelbetową na łańcuchu.

Praktycznie jest również na całą głębokość studzienki zapuścić cembrowiny betonowe. Z braku tych można dać ocembrowanie kwadratowe z drzewa t. j. 4 paliki wbite mocno w dno zagłębienia i obłożone deskami.

**Rów do studni**

Autor książki „Versorgung der Ortschaften", Ferbrans podaje praktyczny sposób połączenia studni z nurtem rzeki zapomocą rowu o brzegach wzmocnionych palikami i faszyną, jak to widać na rys. 12.



rys. 12

**Studnia na brzegu rzeki**

Wobec częstego nieraz zamulania zagłębienia w dnie rzeki, daleko praktyczniej jest urządzić studnię tuż przy brzegu danego strumienia lub rzeki i, jeśli grunt jest przesiąkliwy, to poziom wody w takiej studni studni zawsze prawie będzie równy z poziomem wody w rzece, i można się wówczas obejść bez połączenia studni z rzeką zapomocą rury. W razie jednak obecności ziemi nieprzesiąkliwej, gliny, kamienistego gruntu, wypada studnię połączyć rurą pod ziemią, przyczem wlot rury powinien być wyżej dna i pod najniższym poziomem wody w rzece oraz przykryty siatką z mosiężnych drutów, chroniącą wodę w studni do przedostawania się ryb, żab it.p.

Rys. 13 przedstawia urządzenie studni w pobliżu brzegu rzeki.

Jest ona zbudowana z kręgów betonowych*) o średnicy 0,8 — 1,0 m. i ma dno nieco niższe od dna (bliższego brzegu) rzeki o 0,6 — 0,8 m. Studnia ma połączenie z wodą rzeki przez rurę betonową lub szomotową 150 — 250 m/m ∅, której wlot zanurzony jest w specjalnej studzience w dnie rzeki, przyczem rura ma niewielki spad w stronę studni i wlot na jakieś 0,4 — 0,5 m. nad jej dnem. Dla zabezpieczenia wody w studni przed zamarznięciem, należy ją zaopatrzyć w podwójną szczelną pokrywę. Pomiędzy jedną a drugą pokrywą dobrze jest urządzić odległość 0,8 — 1,0 metra. Przestrzeń tę zapełnia się na zimę specjalnie uszytym z grubego płótna worem, napełnionym torfem lub sieczką. Wór ma u góry przyszyte ucha dla łatwego wyciągania. Przy studni powinien być urządzony wygodny dojazd wybrukow ny dla ustawienia sikawki lub hydroforu i dla ułatwienia beczkowozom czerpania wody.



rys. 13

**Ustawienie pompy**

W razie, gdy brzegi rzeki są grząskie, błotniste, to wtedy albo prowadzi się przez te moczary długi pomost, sięgający od suchego miejsca i od drogi poprzez trzęsawisko do samego nurtu rzeki, albo też buduje się zapomocą faszyn i nasypu groblę, wiodącą przez bagno do wody.

Przy trudnościach, spowodowanych przez zbyt grząski grunt i przepaściste błoto, szuwary lub torfiasty grunt, można przeprowadzić pod powierzchnią, albo też i nad nią rurę, a na rzece pompę ustawioną nastałe na samej rzece, do której wzdłuż rury można przeprowadzić przez bagno lekką kładkę na kozłach. Rura prowadzi aż do suchego miejsca lub drogi.

Praktycznie jest ustawić pompę ssąco-tłoczącą i dać od niej rurę z wylotem tak wysokim, zakończonym kawałkiem węża ssawnego, aby beczkowozy swobodnie i szybko mogły być napełniane wodą (rys. 14).

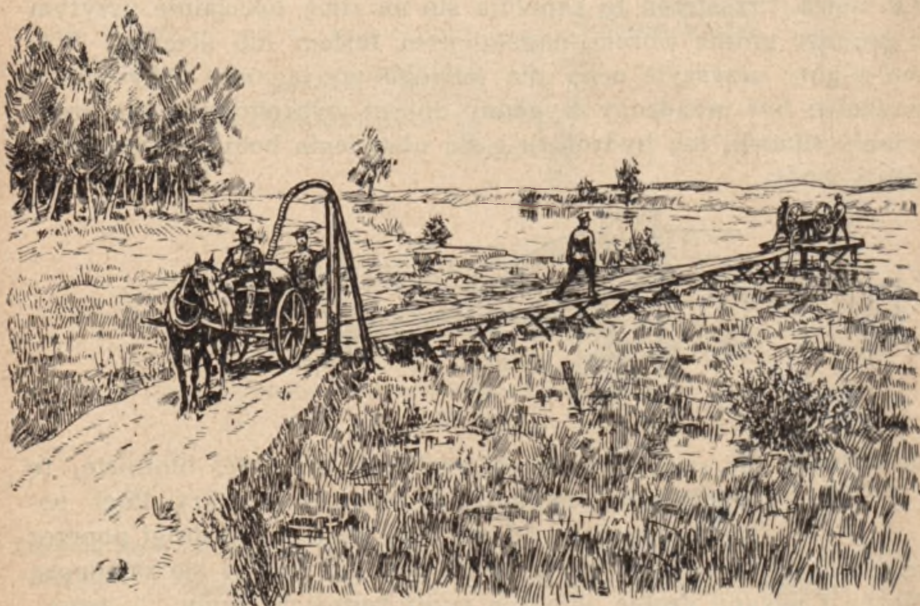
*) O wyrabianiu kręgów betonowych będzie mowa w rozdziale, traktującym o studniach kopanych.

Pomost przy pompie na rzece powinien być mocno zbudowany na silnych palach, aby mógł wytrzymać silny nurt podczas rozlewów i powodzi.

**Górzyste brzegi rzek**

Znacznie trudniejsze jest czerpanie wody ze strumieni i rzek, mających wysokie brzegi.

I tu są dwa sposoby: urządzenie dogodnego dojazdu do samej wody, albo też zainstalowanie czegoś w rodzaju wodociągu, którym woda bywa tłoczona na górę.



rys. 14

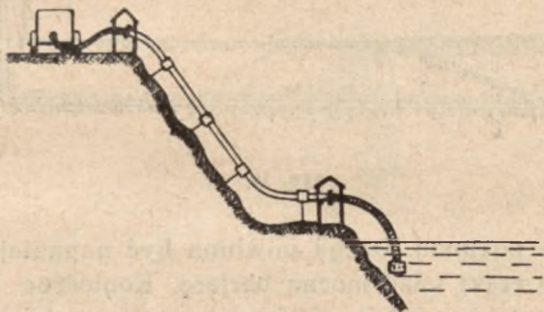
Trzeci sposób jeszcze jest stosowany przy niewielkiej wyniosłości brzegu (5 — 7 m) ponad poziomem lustra wody. Zacznijmy od tego ostatniego wypadku, jako pośredniego pomiędzy brzegami nizinnemi a górzystemi.

**Stała rura ssawna**

Brandinsp. R. Febrans, o pracy którego już wspomniałem, podaje w swojej książce dwa sposoby przeprowadzenia stałej rupy ssawnej. Rysunki Nr. 15 i Nr. 16 dają wyraźne pojęcie o tych sposobach: na pierwszym pokazane jest urządzenie zewnętrznej rury, a na drugim — po-

dziemnej, zanurzonej do specjalnej studzienki, gdzie smok na końcu rury ssawnej jest zanurzony nastałe, a górny koniec z półłącznikiem ma ochronę w postaci zamykanej szafki, koniecznej wobec złośliwych figli i złej nieraz woli niekulturalnych mieszkańców. Natomiast rura zewnętrzna, pokazana na rys. 15-ym, ma na końcach dolnym i górnym półłączniki, do których w razie pożaru łączone są węże ssawne danej sikawki. I tu konieczne są 2 skrzynki ochronne.

Rura ssawna powinna mieć średnicę odpowiadającą średnicy węża ssawnego danej sikawki silnikowej. Jeśli zachodzi konieczność korzystania i z sikawki ręcznej, to można dać 2 rury ssawne w odległości 2 — 3 metrów jedna od drugiej, z których rura do sikawki silnikowej jest naprz. 60 m/m ∅, a do ręcznej 52 m/m ∅.



rys. 15

**Dojazd do wody**

Przy wyniosłych brzegach, wyższych już nawet niż 8 m, trzeba urządzić dla czerpania wody dojazd. Ten urządza się możliwie jaknajmniej stromy, aby konie mogły beczkowozy, napełnione wodą, wciągać na górę bez nadmiernego wysiłku.

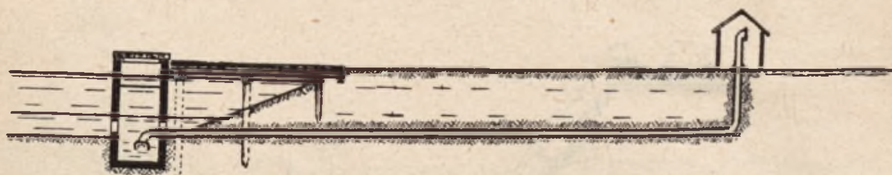
Drogę dojazdową, w zależności od terenu i pochyłości brzegu przeprowadza się albo równolegle z brzegiem, stopniowo wznoszącą się, albo też ślimakową lub wężową (serpentyną).

**Poziome części zjazdu**

Przy znacznej wyniosłości brzegów należy co jakieś stokilkadziesiąt metrów prowadzić poziomą część drogi na 10 — 15 m długości, aby konie mogły wypoczywać, a również w celu ochrony beczkowo-

zów od wypadku, kiedy koń lub para koni, zbytnio zmęczonych lub słabych, nie są w stanie wyciągnąć beczki jednym ciągiem i muszą wypoczywać. Przy zepsuciu się uprzęży, złamaniu dyszla, płaszczyzna pozioma drogi może uchronić beczkowóz od zbyt szybkiego stoczenia się w dół, co łatwo może spowodować poważne obrażenia woźnicy i koni.

W razie bardzo wyniosłych brzegów i długiego dojazdu, te poziome części drogi, o ile warunki terenowe pozwalają, powinny być urządzane co 150 — 200 metrów, długości 30 — 40 metrów. Kąt nachylenia drogi, t. zw. spad, powinien wynosić najwyżej 10°



rys. 16

w stosunku do poziomu. Droga powinna być najmniej 3 m szeroka i od strony rzeki mieć mocną barjerę. Konieczne jest jej odwodnienie zapomocą rowków i drenaży oraz wybrukowanie lub wyżwirowanie.

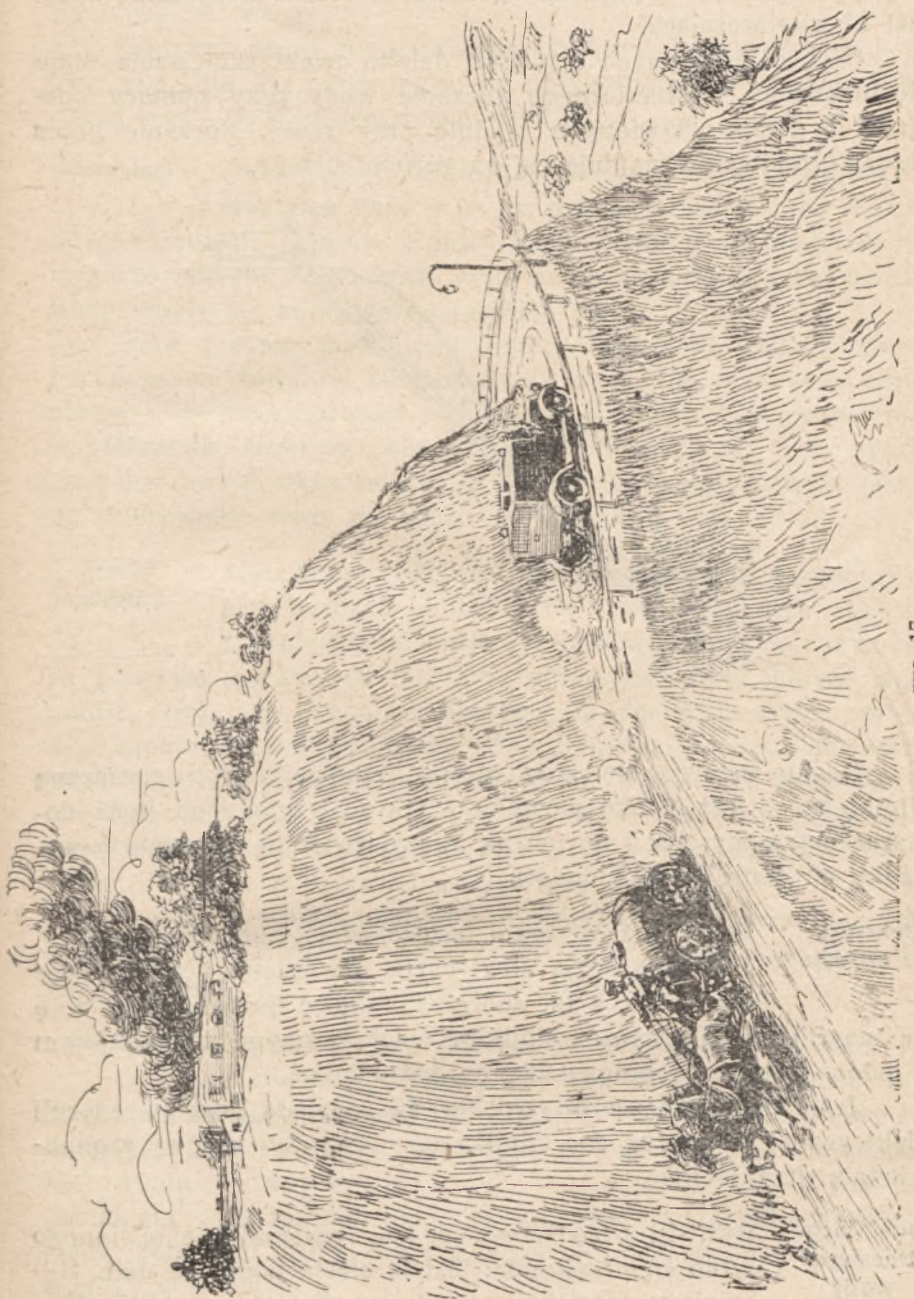
**Zakręty i ich zabezpieczenie**

Czasami teren zmusza do przeprowadzenia zjazdu paroma zakrętami. W tych wypadkach pożądane byłoby urządzenie drogi na samych skrętach poziomo lub o bardzo małym spadku oraz zabezpieczenie od wypadków, szczególnie mocną barjerą.

Nieraz dojazd prowadzi przez wyrwę lub wąwóz, mający parę zakrętów. Wtedy trasa drogi bywa zwykle zakryta wyniosłością zbócz wąwozu i tu muszą stać latarnie, a beczkowozy, żdążające po wodę, a również wiozące wodę, powinny być nieodzownie zaopatrzone w dzwonki (rys. 17).

**Tłoczenie wody na górę**

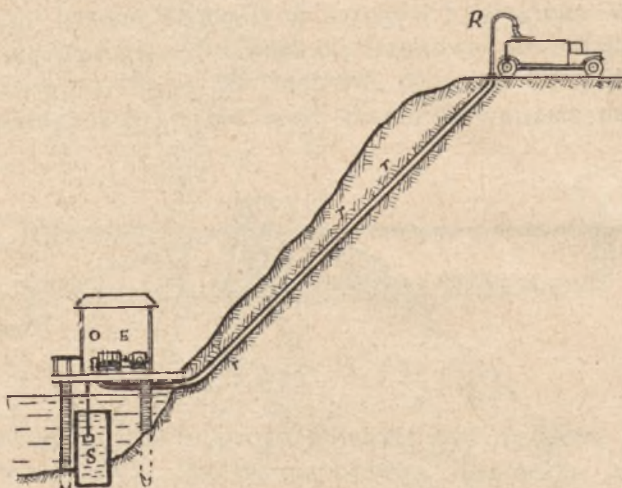
Dostarczanie wody w beczkach i autocysternach przy wysokich brzegach jest utrudnione i połączone z niebezpieczeństwem, szczególnie w zimie i podczas słot, kiedy zjazd jest błotnisty i oślizgły, a przytem wymaga znacznych wysiłków ludzi i koni; a co najgorsze że przy



rys. 17

większym pożarze często ilość z takim mozołem zdobywanej wody jest niewystarczająca.

Wobec powyższych trudności daleko praktyczniejszem staje się urządzenie mechanicznego tłoczenia wody przy pomocy specjalnych pomp, ustawionych w dole przy rzece, tłoczenie przez rurę, której wylot znajduje się na górnym brzegu.




rys. 18

Pompę ustawia się albo ręczną (rzadziej), albo poruszaną silnikiem, co jest daleko pewniejsze tak ze względu na ilość dostarczanej wody, jak i na pewną niezależność w pierwszym wypadku od dobrej woli ludności.

**Elektryczna energja** Mamy już w kraju bardzo wiele miast i miasteczek, które posiadają elektryczne oświetlenie. Należy więc skorzystać z tej energii i urządzić specjalną instalację na naszej stacji pomp z silnikiem elektrycznym, sprzęgniętym z jedno—lub dwustopniową pompą odśrodkową.

Jeśli dane nadrzeczne osiedle nie posiada jeszcze energji elektrycznej, to można dać silnik benzynowy lub ropowy z odpowiednią przekładnią.

**Instalacja tłoczenia wody** Rys. 18 przedstawia rodzaj schematu, omówionego tylko co urządzenia: jest to stacja pomp na dole, S— smok w specjalnej studzience, O — pompa odśrodko-

wa, E — silnik elektryczny, rr — rurociąg i R — koniec rury na wysokim brzegu.

Budynek stacji pomp powinien być tak postawiony, aby poziom posadzki był nieco wyżej od przypuszczalnego poziomu wysokiej wody podczas wezbrania rzeki.

**Rurociąg** Rurę tłoczną należy tak przeprowadzić i zagłębić, aby warstwa ziemi z $1^1/_2$ m gruba chroniła wodę w rurze od zamarznięcia w zimie. Koniec rury powinien się znajdować na wysokości około 2 m i mieć wylot zagięty ku dołowi, aby beczkowozy mogły się swobodnie napełniać wodą.

Rura powinna posiadać średnicę, zależną od wielkości pompy i wydajności wody: od 52 m/m do 75 m/m. Dla ułatwienia napełniania wodą beczkowozów wylot rury powinien być zaopatrzony w półłącznik (śrubowy), aby w każdej chwili można było przyłączyć doń kawał węża ssawnego 2 — 3 m długości, pozwalającego na skierowanie wody do włazu beczkowozu.

**Zawór zwrotny** Jeśli brzeg rzeki jest bardzo wyniosły, a wylot rury jest znacznie odległy od rzeki, wówczas rurociąg z konieczności musi być dłuższy. W razie więc pożaru pierwszy beczkowóz musiałby długo czekać na jałowe napełnianie całej rury wodą i na pojawienie się jej na końcu wylotu. Aby zapobiec marnowaniu czasu na oczekiwanie wody, kiedy nieraz każda chwila jest droga, praktycznie jest zaopatrzyć dolny koniec rury tłocznej nad smokiem w t. zw. zawór zwrotny (francuski), który samoczynnie się zamyka, jak tylko pompa przestaje tłoczyć wodę, i trzyma w całym rurociągu słup wody.

Jeszcze praktyczniejszem pod względem szybkiego napełniania wodą beczkowozów i autocystern będzie urządzenie zbiornika na wysokim brzegu z większym zapasem wody.

**Zbiornik** Zbiornik ten, w zależności od warunków miejscowych i zasobów danego osiedla, można urządzić albo w postaci kadzi drewnianej lub z blachy żelaznej, albo lepiej żelbetowy. Powinien on być ustawiony na rusztowaniu lub na podmurowaniu tak wysoko, aby dno było o jakieś 2,5 — 3 m nad poziomem dojazdu, żeby beczkowozy mogły się szybko napełniać wodą zapomocą rury lub rur, wychodzących w bok nad drogę z dna zbiornika.

Szczegóły o tych urządzeniach będą podane na końcu tej pracy w ostatnim rozdziale, traktującym o małych wodociągach. Obecnie przechodzimy do innych naturalnych zbiorników wody, do jezior, ale przedtem w paru słowach należy jeszcze omówić czerpanie wody z rzek obwałowanych.

**Obwałowane rzeki**

Częste są u nas wypadki, kiedy wskutek powodzi czy to wiosennych czy też spowodowanych ulewnemi deszczami, brzegi rzek muszą być sztucznie podwyższone wałami ochronnemi. Zwykle wały te są i wysokie i grube, co bardzo utrudnia bezpośrednie czerpanie wody przy jej niskim stanie, wysokość bowiem tych nasypów przechodzi nieraz maksimalną miarę (t. zw. głębokość ssania), t. j. od wierzchu wału, od korony do lustra wody bywa odległość większa niż 7—8 m.

Jak w tych wypadkach ma radzić sobie straż pożarna, jak rozwiązać sprawę umożliwienia korzystania z wody, głęboko płynącej pomiędzy wyniosłemi wałami?

Mogą być tu zastosowane dwa sposoby, podobne do wyżej opisanych, tylko z uwzględnieniem specjalnych wytworzonych przez obwałowanie warunków: urządzenie specjalnych studzien lub sadzawek i budowa pomostów.

**Urządzenie studni lub sadzawki**

Chodzić tu powinno przedewszystkiem o umożliwienie korzystania z wody rzecznej poza wałami ochronnemi. Najlepszem wyjściem jest budowa studni. Czyni się to w sposób prawie taki sam, jak przy urządzeniu studni przy rzece nieobwałowanej, tylko należy zabezpieczyć studnię tę od zalewania wodą w razie zbyt dużego podniesienia się poziomu wody na rzece, a przedewszystkiem od wylewania się wody przez studnię i zatapiania pól. Jedynym zabezpieczającym środkiem będzie tu odcięcie w razie potrzeby studni od rzeki. Czyni się to zapomocą śluzy lub zaworu.

**Odcięcie studni od rzeki**

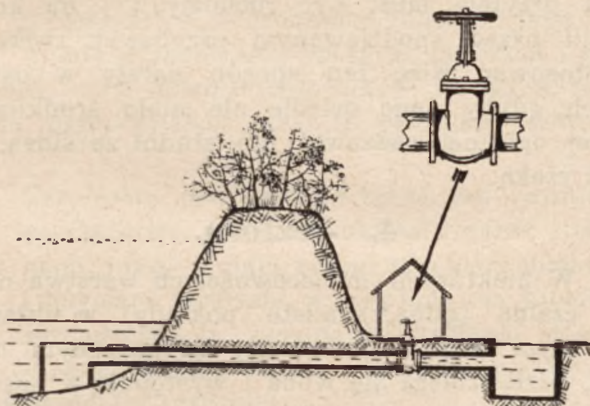
Studnia, znajdująca się poza wałem, łączy się z rzeką rurą lub kanałem podziemnym, przechodzącym przez całą grubość wału i idącym pod ziemią od strony brzegu, aż do studzienki w rzece, skąd studnia zasilana jest wodą.

I dno studni naszej i dno studzienki w rzece muszą być znacznie niżej położone (o 1 — $1^1/_2$ m) od najniższego poziomu

rzeki, kiedy podczas posuchy woda opada i wykazuje najmniejszy stan.

**Śluza** Rura lub kanał poza wałem znajduje się pod ziemią. W jednem miejscu albo też przy studni, albo przy wale należy na rurze wstawić zwykłą śluzę.

Jeśli obie studnie, t. j. pozawałowa i znajdująca się w rzece mają być połączone z sobą kanałem podziemnym murowanym lub żelbetowym, to koniec tego kanału przy studni należy zamienić na żeliwną rurę dla umożliwienia wstawienia tu żelaznej śluzy (rys. 19).



rys. 19

Podczas wezbrania wód w rzece śluzę zamyka się lub pozostawia b. mały otwór, przez który woda napływa do studni tylko w ilości, niezbędnej do utrzymania w niej normalnego poziomu.

**Sadzawka** Można zamiast studni urządzić dla celów pożarniczych sadzawkę, zbliżając ją przez przedłużenie kanału do osiedla. Wtedy łączyć możemy sadzawkę kanałem otwartym, który jednak przed wałem powinien przejść w rurę żelazną takiej samej średnicy, idącą poprzez wał aż do samej studzienki w rzece. Przed samym wałem musi być na rurze włączona śluza.

Dzięki tego rodzaju urządzeniu śluzy, odcinającej połączenie studni lub sadzawki z rzeką, straż pożarna zawsze może być pewną niewyczerpanego źródła wody zarówno przy normalnym poziomie wody w rzece, jak również i podczas jej najwyższego

przyboru. Przy studni lub sadzawce powinien być urządzony wygodny zabrukowany dojazd.

**Budowa pomostu**

Urządzenie pomostu jest na obwałowanej rzece daleko trudniejsze i mniej praktyczne, niż na rzekach o nizinnych i błotnistych wybrzeżach, gdyż, wskutek wysokich wałów przy ustawieniu pomostu w pobliżu poziomu rzeki podczas jej normalnego stanu, wodę z sikawki lub hydroforu, stojącego na pomoście, trzeba tłoczyć w górę aż do korony wału, co przysparza zbyteczną pracę.

Pomost przytem musi być ruchomy, t. j. na kozłach, aby każdej chwili przed spodziewanym przyborem rzeki mógł być usunięty. Stosować więc ten sposób należy w ostateczności, w wypadkach, gdyby dane osiedle nie miało środków na urządzenie wyżej opisanej sadzawki lub studni ze śluzą, odcinającą połączenie z rzeką.

## 4. Jeziora.

**Formowanie się jezior**

W niektórych miejscowościach warstwa nieprzepuszczalna (glina, skaliste pokłady) w układzie poziomym rozprzestrzenia się na znacznym obszarze na powierzchni, gdzie zbiera się woda i występuje w postaci jeziora lub całego szeregu jezior (rys. 20).



rys. 20

**Jeziora w Polsce** Na Pomorzu, w Poznańskiem, na Kujawach widzimy znaczną ilość takich wód, a również w Płockiem, Suwalszczyźnie, na Litwie i Białorusi są całe grupy dużych jezior. Niektóre z tych wód zajmują znaczną przestrzeń, sięgającą kilkunastu, nawet kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych (Narocz).

W naszych górach skalistych w Tatrach jest sporo jezior górskich, znanych z głębokości i z piękna dzikiej skalistej przyrody.

**Połączenia jezior** Jedne jeziora nie mają żadnego związku z innemi lub z rzekami i są odosobnione zupełnie; inne znów, szczególnie górskie dają początek potokom i rzekom; niektóre stanowią cały łańcuch zbiorników wodnych, łączących się z sobą rzeką, przepływającą przez te wszystkie jeziora.

**Czerpanie wody z jezior** Tak samo jak potoki i rzeki, tak również i jeziora są otoczone, jedne wysokiemi i nieraz stromemi brzegami, inne — mają brzegi płaskie i nizinne, a często i bagniste, torfiaste, szczególnie na Litwie i Polesiu. Przeto dla zorganizowania racjonalnej szybkiej dostawy wody z jezior na wypadek pożaru należy stosować sposoby, które były podane w poprzednim rozdziale.

## 5. Morza.

Raczej należy powiedzieć morze, albowiem Traktat Wersalski przyznał nam tylko skrawek brzegu morskiego nad Bałtykiem wynoszący zaledwie stokilkadziesiąt kilometrów długości.

**Brzeg morski** Brzegi Bałtyku mają swoją charakterystyczną fizjognomję; mianowicie, szeroki pas około 100 — 200 metrów t. zn. plaży, piasku sypkiego, bywa ograniczony diunami, piasczystemi wzgórzami, ciągnącemi się równolegle do brzegu, porośniętemi rzadką trawą, ostami i karłowatemi sosnami. Niekiedy brzeg morza staje się więcej wyniosły i wysoki, naprz. w Rozewji i Jestrzębiej Górze, a na wybrzeżu helskiem na końcu zniża się, przechodząc w zupełnie nizinny, zwłaszcza nad zatoką pucką, gdzie część wybrzeża jest bagnista i torfiasta.



rys. 21

**Tłoczenie wody w górę**

W niektórych miejscach wybrzeże morskie, jak było mówione, tworzy wyniosłości (w Orłowie, Oksywji i Rozewji).

Dostawa tu wody przedstawia znaczne trudności i najracjonalniejszem urządzeniem może być instalacja tłoczenia wody ze stacji, zbudowanej u samego morza, na górny brzeg ze zbiornikiem urządzonym na wyniosłości.

**Trudności dostawy wody**

Czerpanie wody z morza jest wogóle utrudnione z powodu znacznej płytkości jego tuż przy brzegu, a następnie dostawa jej w beczkowozach po grząskich piaskach plaży, a również przeprawa przez wysokie piaszczyste wydmy i diuny przedstawia znaczne trudności, które mogą być częściowo przezwyciężone przez ułożenie pomostu, prowadzącego poprzez plażę i wydmy aż do którejkolwiek drogi, wiodącej przez dane osiedle, przy ustawieniu pompy przy samym brzegu morza (rys. 21).

Długi i dosyć kosztowny pomost, a również i instalacja wodociągowa z długim rurociągiem ze stacją pomp, narażaną podczas morskich burz, jakie podczas jesiennych i zimowych miesięcy szaleją często na całem wybrzeżu, wystawioną na zalanie i zniesienie, zmuszają do zwrócenia się w sprawie zagadnienia dostawy wody podczas pożarów do innego rozwiązania, któreby dawało rękojmię stałego bezpieczeństwa i pewnej niezależności od nawałnic i burz morskich, mianowicie do studni i sztucznych zbiorników wody zdala od brzegu morskiego, a bliżej osiedli. To będzie przedmiotem obszernego pouczania w jednej z nasiępnych części tej pracy, traktujących o zbiornikach wody sztucznych. Zanim jednak przejdziemy do tej części należy rzec jeszcze słów parę o wykorzystaniu dla celów pożarniczych naturalnych zbiorowisk wody, jakiemi są błota i mokradła.

## 6. Mokradła i błota.

Błota stałe i moczary spotykają się w wielu naszych miejscowościach, zwłaszcza na wschodzie i na północo-wschodnich kresach, w Wileńszczyźnie, na Polesiu, gdzie całe setki kilometrów zajmują te t. zw. Pińskie błota. Północo-wschodnie pogranicze Wołynia również obfituje w moczary. Często bardzo błota te mają podłoże torfowe.

**Torfowiska** Bagna torfiaste trafiają się w naszym kraju prawie wszędzie, zwłaszcza na Kresach Zachodnich na Pomorzu oraz na ziemiach wschodnich, na Polesiu i na Białorusi.

**Sadzawki po wykopanym torfie** Nie wszędzie są one jednak eksploatowane; tylko w miejscowościach, w których lasy zostały po większej części wycięte, zaczęto kopać torf używany na opał. Doły po wykopanym torfie są zawsze pełne wody i mogą doskonale służyć jako zbiorniki na wypadek pożaru. Należy tylko urządzić do nich odpowiednie drogi i dojazdy.



rys. 22

Jeśli torfowisko ciągnie się ku osiedlu i jest blisko drogi doń prowadzącej, to wskazanem jest przeprowadzanie głębszego (1—$1^1/_2$ m.) rowu, któryby był zakończony przy drodze większym zbiornikiem, sadzawką z zagłębieniem przy samej drodze (rys. 22), pozwalającem na ssanie wody przez ustawiony hydrofor.

**Rów od moczarów do specjalnej sadzawki** To samo da się powiedzieć i o zwykłych błotach i mokradłach, niezawierających torfu, które leżą niezadaleko od osiedla biednego w wodę.
W tych wypadkach, jeśli warunki terenowe pozwa-

lają, t. j. niezaduży spad w stronę moczarów, wskazanem jest przekopanie rowu głębszego od mokradeł w stronę osiedla i urządzenie tam większej sadzawki również z zagłębieniem.

Sadzawkę należy od strony południowej obsadzić drzewami i krzewami, chroniącemi wodę od parowania.

O szczegółach urządzenia sadzawek, kanałów i rowów będzie mowa w następnej części tej książki, traktującej o zbiornikach wody sztucznych.

# II. Zbiorniki wody sztuczne.

Chcąc mieć zawsze dostateczną ilość wody pod ręką w miejscowościach, nie obfitujących w strumienie, w rzeki, jeziora, którąby zapewniała bezpieczeństwo i obronę na wypadek pożaru, musimy się uciec do racjonalnego wydobywania jej i do sztucznego gromadzenia odpowiednich zapasów w specjalnych zbiornikach. Tak więc dla czynienia pewnego zapasu wody deszczowej na wypadek ognia ustawia się kadzie i beczki, urządza się cysterny podziemne. Do wydobywania wody ze źródlisk podziemnych służą studnie kopane i wiercone. Do gromadzenia większych zapasów wody bieżącej lub ze studzien urządzane są stawy, sadzawki, zbiorniki betonowe, wreszcie wodociągi.

## 1. Gromadzenie i przechowywanie wody deszczowej.

Nieraz spotykają się w naszym kraju miejscowości bardzo biedne w wodę, gdzie gruntowe wody znajdują się dosyć głęboko i wtedy tylko zapomocą głębokich wierceń i budowy studni artezyjskich można ją wydobyć na powierzchnię i do użytku danego osiedla oddać, co połączone jest z dużym nakładem.

W tych więc miejscowościach zmuszeni bywają mieszkańcy do gromadzenia zapasów wody deszczowej, niezbędnej na wypadek pożaru.

**Kadzie** Czyni się to przez ustawienie kadzi pod rynną ściekawą, zbierającą wodę deszczową z rynien okalają-

cych okapy danej budowli. Dobrze jest ustawić tyle kadzi, ile jest budowli w danem obejściu, jeśli wszystkie one mają rynny.

Dla zabezpieczenia wody od parowania należy kadź trzymać w cieniu przy północnej ścianie i dać pokrywę, która jednocześnie zapobieży i zanieczyszczaniu wody.

**Wkopanie kadzi**

Praktycznie jest, jeśli dana kadź, po dokładnem wysmarowaniu jej dna i płaszcza wewnątrz i nazewnątrz karbolineum lub smołowcem, będzie zakopana na jakieś $^4/_5$ swej głębokości w ziemię.

Wtedy zabezpieczy się lepiej wodę od parowania, a w zimie od zamarzania. W tym celu na zimę należy krawędź kadzi wystającą z ziemi obłożyć nawozem (końskim) i słomą, pokrywę urządzić podwójną, a przestrzeń między pokrywami wypełnić workiem z torfem, sieczką lub plewami, co uchroni wodę od zamarzania.

**Cysterna podziemna**

Zamiast kadzi drewnianych można urządzić, o ile środki pozwalają, podziemny zbiornik murowany lub betonowy, lepiej żelbetowy, lub choćby z kręgów betonowych, do którego sprowadzałyby wodę deszczową rury podziemne od rynien spustowych wszystkich sąsiednich budowli.

Tego rodzaju cysterny podziemne widywałem w osiedlach na Podolu i w Chersońszczyznie, gdzie opadów jest niewiele, a wody gruntowe znajdują się bardzo głęboko.

Słabą stroną cystern i kadzi z deszczową wodą jest psucie się wody wskutek rozkładania się organicznych cząstek, znajdujących się w niej. To też w pierwszej linji dążyć należy w każdem osiedlu do urządzenia studzien czy to kopanych, czy też wierconych.

## 2. Studnie kopane.

Studnię zazwyczaj starają się ludzie wykopać tam, gdzie jest spodziewane obfite źródło podziemne. Przyczem kierują się albo wskazówkami specjalnemi albo też stanem i jakością wody w studniach, znajdujących się w blizkiem sąsiedztwie, ponieważ pod ziemią zwykle na pewnej głębokości woda gromadzi się nieraz na znacznej przestrzeni w rozlewiskach o jednakowym mniej więcej poziomie, zależnym od położenia pochyłości nieprzepuszczalnych warstw.

### A. Roboty przedwstępne.

**Badania podziemnych wód**

Bywają jednak wypadki, że zakładana jest nowa osada lub zagroda w miejscowości świeżo parcelowanej, zdala od osiedli, gdzie w pobliżu niema żadnej studni, któraby wskazywała na stan, głębokość i obfitość gruntowych wód.

Wydarza się nieraz, że gdzieś na wyrębach leśnych projektuje się urządzenie tartaku albo też w jakiejś, mało znanej pod względem hydrograficznym miejscowości, ma stanąć zakład przemysłowy.

Wtedy konieczną sprawą jest przeprowadzenie szeregu poszukiwań i badań, mających na celu określenie głębokości, obfitości żył wodnych i jakości płynącej w nich wody.

**Prymitywne poszukiwanie wody**

Sposoby poszukiwa wody są nieraz bardzo oryginalne. Są naprz. poszukiwacze, którzy badają istnienie wody zapomocą „różdżki czarodziejskiej“.

Kawał gałązki wierzbowej około 1 m długiej, rozcięty wzdłuż do jednej trzeciej, taki badacz bierze do obu rąk, trzymając za rozcięte końce, i wolno kroczy po polu, gdzie spodziewana ma być woda i bacznie obserwuje drugi koniec nierozcięty. W miejscu, gdzie ma się znajdować podziemna żyła wodna, ten koniec podobno się pochyla.

W południowych stepach Besarabji i Chersońszczyzny i częściowo Podola, ubogich w wody gruntowe, stosują inny środek, też zagadkowy: w miejscowości, gdzie mają zamiar kopać studnię, kładą na noc w kilku miejscach po garści suchej wełny owczej i przykrywają na ziemi garczkami, do góry dnem. Zwilgotniała rano wełna ma oznajmiać obecność pod ziemią w tem miejscu wody gruntowej *).

**Próbne wiercenia**

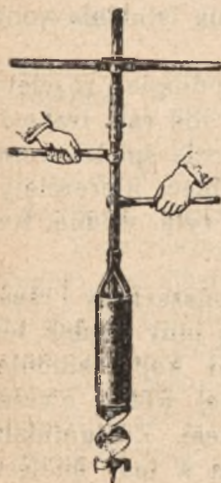
Przy poszukiwaniu wody dla celów przemysłowych w miejscowościach, mało znanych z układu hydrogeologicznego, konieczne są próbne wiercenia przy po-

*) Przytoczyłem tu owe, zdawałoby się niewiarogodne i fantastyczne sposoby poszukiwania wody, gdyż uzasadnienie ich, a zwłaszcza zwilgotnienie wełny, nie jest pozbawiane pewnej słuszności, a przytem słyszałem o nich od osób, zasługujących na zaufanie i spotykałem opisy w paru poważnych pismach. W południowej Francji jest powszechnie znany ksiądz, nieomylnie podobno znajdujący wodę za pomocą różdżki.

mocy ziemnych świdrów lub przy głębszych badaniach przy pomocy specjalnych studni, o czem będzie mowa dalej.

**Świdry ziemne** Do wiercenia próbnych otworów są stosowane specjalne świdry różnego rodzaju. Z tych więcej znane są systemu Mejera: „triumf" i t. zw. „uniwersalny".

**Świder „Triumf"** Świder (rys. 23) składa się z rury z kutego żelaza o średnicy zewnętrznej od 60 do 120 mm z mocnym sworzniem z tuleją, służącą do przedłużenia trzona, który w przekroju jest kwadratowy dla łatwego obracania i umocowania rękojeści. U spodu przyrząd ma mocne stalowe, śrubowe zakończenie z silnie zahartowanem ostrzem i zgarniaczami.


rys. 23


rys. 24

**Świder uniwersalny** Ten świder jest odmiennej budowy i składa się z kawałka stalowej rury (rys. 24), mającej z dwóch stron podłużne wycięcia z ostremi i dobrze zahartowanemi krawędziami; u spodu rura ma też wycięcie łukowate, zaostrzone, a u góry przytwierdzony sworzeń z tuleją.

I pierwszy rodzaj świdra i drugi, a zwłaszcza uniwersalny pozwalają pobierać z każdej głębokości wierconego otworu próbki z warstwy danego pokładu.

**Trzy otwory** Próbne otwory zazwyczaj wierci się w trzech miejscach dokoła projektowanej studni w takiem oddaleniu, aby one stanowiły równoboczny trójkąt i każdy bok miał

paręset metrów długości. Otwory te mogą przekonać o położeniu, głębokości i obfitości pod ziemią zlewisk wodnych. Po znalezieniu obfitej odpowiedniej do zamierzeń wody, powinna być zbadana jej jakość w drodze chemicznej i bakterjologicznej analizy.

Tego rodzaju badania potrzebują dużo czasu i środków i mogą być stosowane tylko przy projektowaniu studni artezyjskiej dla specjalnych większych zakładów przemysłowych, dużych koszar, nowych rozległych osiedli i t. p.

**Mapy hydrogeologiczne** W zwykłych warunkach należy się posługiwać specjalnemi mapami geologicznemi i pracami hydrologicznemi, które są sporządzone dla wielu miejscowości naszego kraju przez specjalistów, inżynierów i hydrotechników, gdzie układ głębszych pokładów wodonośnego piasku i żwiru i wodonośnych żył podziemnych jest zaznaczony dosyć szczegółowo.

W naszych normalnych warunkach t. j. przy zakładaniu studni w danem osiedlu, gdzie już są inne studnie, najlepiej jest, powtarzam, orjentować się stanem w nich wody i tylko przy nieodpowiedniej wodzie lub małoobfitej zająć się poszukiwaniem głębszych, lepszych i obfitszych źródeł podziemnych.

### B. Studnie o ocembrowaniu z drzewa.

Studnie kopane, ocembrowane drzewem, są dwojakiego rodzaju: cembrowane słupami i deskami i cembrowane w zrąb.

**Cembrowanie deskami** Ocembrowanie polega tu na wykopaniu głębokiego leju aż do wody, na pogłębieniu źródliska i umocowaniu pionowem 4-ch słupów, połączonych rozporami w ramy i na obłożeniu możliwie szczelnem grubemi deskami, oraz na zasypaniu leju dokoła ziemią i ubiciu wykopu.

Tego rodzaju roboty wymagają większego nakładu i pracy i czasu; są połączone z niebezpieczeństwem osunięcia się ziemi w wykopie i zasypania ludzi zajętych tam. Daleko łatwiejszy, prostszy i więcej bezpieczny jest sposób stosowanie ocembrowania w zrąb.

**Zrąb** Na ocembrowanie studni t. zw. zrębem przygotowuje się cały szereg bali pozacinanych na końcach i dopa-

sowanych do siebie, aby przy złożeniu zrębu były możliwie uszczelnione. Poczem kopie się dół kwadratowy na głębokość około 2 m. i nieco szerszy (o $^1/_2$ metra) od długości poszczególnych bali, które są zazwyczaj od $1^1/_2$ do 2 m. długie. Na dnie dołu układa się z pierwszych 4 bali zrąb, na ten idą bale następne i t. d. aż póki górny zrąb nie zrówna się z powierzchnią ziemi; wtedy jeden lub dwóch robotników zaczynają kopać w dole głębiej, wyrzucając ziemię do góry; podkopują się potem pod zrąb, który podklinowują; poczem opuszczają zrąb, wyjmując kliny. Starszy robotnik pilnuje na górze, aby zrąb opuszczał się pionowo na dół i nakłada coraz to nowe górne wieńce zrębu w miarę zapuszczania całości w głąb.

Gdy już robotnicy nie mogą wyrzucać ziemi bezpośrednio, z powodu większego zagłębienia się w ziemię, ustawia się nad otworem trójnóg i nakopaną ziemię wyciąga się wiadrem zapomocą kołowrotu, co uwidocznione będzie przy opisaniu studni z kręgów betonowych. I tak postępują kopacze dalej, aż dopóki nie dokopią się do źródła wody, poczem zagłębiają się jeszcze na 1 — $1^1/_2$ m. i zakończają roboty, stawiając zrąb na 1 m. nad ziemią i oczyszczają wodę przez dłuższe czerpanie.

O czerpaniu wody będzie mowa później, a obecnie przechodzimy do kopania studni o ocembrowaniu betonowem; przyczem bieg robót przy kopaniu jest bardzo podobny do robót przy studni o zrębie drewnianym.

### C. Studnie z kręgów betonowych.

Kręgi, inaczej cembrowiny, ubijają się z zaprawy betonowej w specjalnych formach. Studnia o ocembrowaniu betonowem ma tyle zalet, że konieczny jest nieco szczegółowszy opis tak wyrobu samych kręgów, jak i sposobu kopania studni.

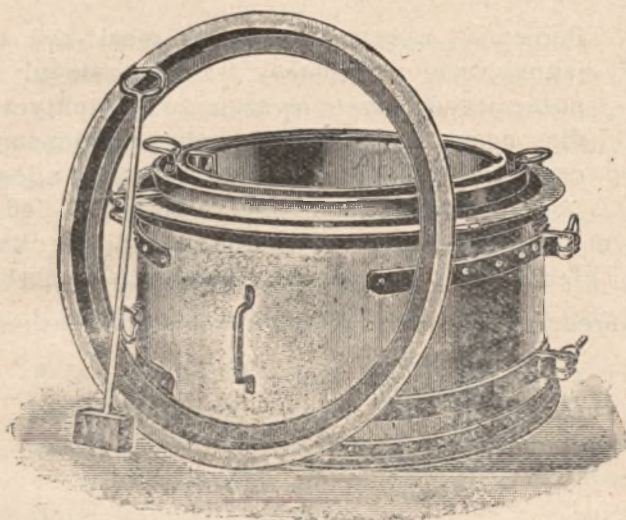
**Formy do kręgów**

Forma, służąca do ubijania cembrowin studziennych, jest najlepsza z blachy żelaznej. Składa się z płaszcza zewnętrznego, który ma dwie roztwierające się połowy, z rury wewnętrznej z klinem, oraz z 2-ch pierścieni, dolnego i górnego (rys. 25). Do ubijania masy betonowej służą dwa ubijaki.

**Rozmiary cembrowania**

Cembrowiny bywają różne: średnica wewn. 700 m/m do 1250 m/m; wysokość kręgu od 500 m/m do 1000 m/m; grubość ścianek wynosi od 75 m/m do 100 m/m.

Poniższa tablica wykazuje w zestawieniu te rozmiary najwięcej przyjętych u nas cembrowin.



rys. 25

## TABLICA II

### Rozmiary cembrowin studziennych betonowych

| Średnica wewnętrz. m/m | Wysokość m/m | Grubość m/m | Średnica wewnętrz. m/m | Wysokość m/m | Grubość m/m |
|---|---|---|---|---|---|
| 700 | 750 | 75 | 900 | 1000 | 78 |
| 750 | 750 | 75 | 1000 | 500 | 100 |
| 800 | 750 | 75 | 1000 | 750 | 100 |
| 800 | 1000 | 75 | 1000 | 1000 | 100 |
| 900 | 500 | 78 | 1250 | 500 | 100 |
| 900 | 750 | 78 | | | |

Z tej tablicy widać, że niektóre kręgi o mniejszej średnicy są wyższe (750 — 1000 mm), kręgi zaś największe są niższe (1250 × 500), a to ze względu na zmniejszenie ciężaru każdej pojedyńczej cembrowiny, co ma pewne znaczenie, gdy zajętych wyrobem cembrowin jest mało ludzi, a również gdy jest ich niewielu przy kopaniu studni.

Najwięcej są używane po wsiach cembrowiny: 800 mm.∅ × 750 mm. i 900 mm. ∅ × 500 mm.

**Najlepszy rozmiar do celów pożarniczych**

Ponieważ naszem zadaniem musi być osiągnięcie jaknajwięcej obfitującej w wodę studni dla celów pożarniczych, przeto uważam, że najpraktyczniej będzie dla naszych zamierzeń, gdy przyjmiemy wymiar cembrowiny 1000 mm. ∅ × 750 mm., a jeszcze lepiej 1250 mm. ∅ × 500 mm. Porównajmy te wielkości pod względem praktycznym t. j. obliczmy pojemność studni na każdy metr bieżący jej głębokości przy różnych średnicach cembrowin:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Przy | średnicy | 700 mm. | 1 metr | głębok. | studni | zawiera | 383 | litr. |
| „ | „ | 750 mm. | 1 „ | „ | „ | „ | 442 | „ |
| „ | „ | 800 mm. | 1 „ | „ | „ | „ | 503 | „ |
| „ | „ | 900 mm. | 1 „ | „ | „ | „ | 636 | „ |
| „ | „ | 1000 mm. | 1 „ | „ | „ | „ | 785 | „ |
| „ | „ | 1250 mm. | 1 „ | „ | „ | „ | 1227 | „ |

Zatem dla naszego celu najlepsza studnia będzie o cembrowinach 1250 mm. ∅ × 500 mm.

**Łatwość kopania**

Jeszcze jeden wzgląd przemawia za tą wielkością, a mianowicie, ułatwienie pracy podczas kopania studni, albowiem ta czynność odbywa się wewnątrz kręgów, a zatem im one są większe, tem swobodniej ta robota wykonywa się tak podczas podkopywania się pod krawędzie cembrowiny, jak również przy wyrzucaniu nazewnatrz nakopanej ziemi podczas zapuszczania pierwszych kręgów.

**Prace przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do zakładania studni należy zbadać, na jaką głębokość musimy zapuścić pierwszą czyli dolną cembrowinę. W tym celu mierzymy do dna głębokość najbliższych studzien i musimy wypróbować jakość wody w nich, jeśli ta ma służyć nietylko do gaszenia, lecz i do użytku domowego.

W razie gdy te studnie zawierają wodę czystą i zdrową, to zamierzona studnia może mieć prawie taką samą głębokość (o 1 — 1,5 m. głębszą). W wypadku znajdowania się w sąsiednich studniach wody nieodpowiadającej wymaganiom higieny, wypada przewidzieć kopanie głębsze o 4 — 5 i nieraz więcej metrów.

Najlepiej w takich razach użyć przedtem próbnych wierceń zapomocą specjalnych świdrów (str. 48).

**Określenie ilości cembrowin**

Ustalenie głębokości projektowanej studni pozwala na obliczenie ilości kręgów. Przypuśćmy, że mamy kopać na 10 m. głęboko (t. j. odległość pionowa dna od powierzchni ziemi). Ponieważ każda cembrowina jest wysoka 0,5 m. więc musimy przygotować 10 $\times$ 2 = 20 kręgów. Prócz tego 2 cembrowiny muszą być założone nad powierzchnią ziemi i 1 lub 2 dla zapuszczenia głębszego (na wszelki wypadek) zatem musimy przygotować 24 kręgi.

Obliczmy ilość potrzebnego materjału do betonowej masy.

**Skład betonowej zaprawy**

Beton do cembrowania wytwarza się z mieszaniny cementu, piasku i żwiru lub tłucznia, przyczem na miarę cementu bierze się 2—3 miary piasku i 3—6 żwiru lub tłucznia. Im piasek i żwir są lepsze i więcej czyste, tem mniej wychodzi cementu.

O zaletach piasku i żwiru, a również cementu oraz o przygotowaniu i ubijaniu zaprawy mówiłem w III-ej części I tomu pracy. „Obrona przed pożarami" (str. 454 — 457) oraz w książce Nr. 3 p. t. „Podstawy budownictwa ogniotrwałego" (str. 202—205); w paru więc słowach tylko podkreślę, że cement powinien być możliwie świeży, niezleżały (bez grudek), piasek czysty i ostroziarnisty, żwir i tłuczeń również niezanieczyszczony, o kamykach różnej wielkości.

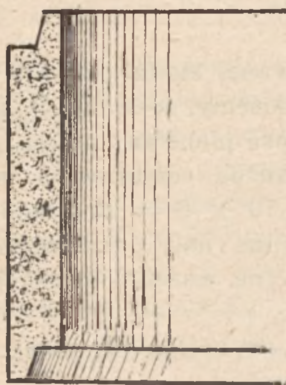
**Ilość tworzywa**

Dla określenia ilości poszczególnych składowych części betonowej masy, z której będą ubijane kręgi, należy przedewszystkiem określić objętość betonu w 24 naszych cemrowinach.

1 cembrowina jest 1250 mm. $\varnothing \times$ 0,5 m. i 0,1 m. gruba. Masa betonowa ubita będzie miała objętość: (1,25 + 0,1). 3,14. 0,5. 0,1 = 0,212 $m^3$.

24 kręgi muszą zawierać: 0,212 $\times$ 24 = 5,09 $m^3$ betonu. Należy jeszcze przyjąć pod uwagę, że obie krawędzie każdej cembrowiny, dolna i górna, składające się z pierścieni występujących jeden po zewnętrznej krawędzi a drugi po wewnętrznej, muszą być ubite z więcej tłustej (zawierającej więcej cementu) zaprawy: na 1 miarę cementu 4 m. czystego piasku (rys. 26). Wysokość

każdego pierścienia wynosi około 50 mm. Razem są one wysokie około 100 mm., czyli 0,1 m., więc na całą wysokość ubijanej cembrowiny wypada około 0,1 m. tłustej zaprawy i około 0,4 m. chudszej. Przyjmujemy zatem, że na 5,09 $m^3$ betonu, musimy przygotować raprawy tłustej na 1 $m^3$ batonu i chudej na 4,09 (= 4,1 $m^3$).


rys. 26

Dla pierwszej przyjmujemy 1 miarę cem. na 4 m. piasku.

Dla drugiej przyjmujemy 1 miarę cem. na 3 m. piask. i 6 żw.

Poniższe tablicą podają różne ilości tworzyw przy różnych stosunkach mieszaniny.

## TABLICA III.

**Określenie cementu, piasku i żwiru.**

| Stosunek mieszaniny | Na 1 $m^3$ betonu ubijanego potrzeba: | | |
|---|---|---|---|
| | kg | litrów | litrów |
| 1 : 1,5 : 3 | 350 cementu | 440 piasku | 880 żwiru |
| 1 : 2 : 4 | 280 „ | 470 „ | 940 „ |
| 1 : 2,5 : 5 | 235 „ | 490 „ | 980 „ |
| 1 : 3 : 6 | 205 „ | 510 „ | 1020 „ |
| 1 : 4 : 8 | 155 „ | 520 „ | 1040 „ |
| 1 : 5 : 10 | 125 „ | 530 „ | 1060 „ |
| 1 : 2 : 3 | 320 „ | 530 „ | 800 tłucznia |
| 1 : 3 : 4,5 | 230 „ | 570 „ | 860 „ |
| 1 : 4 : 6 | 185 „ | 610 „ | 920 „ |
| 1 : 6 : 9 | 125 „ | 630 „ | 950 „ |

Z tego wynika że dla naszej zaprawy tłustej do 24 cembrowin potrzeba:

332 kg. cementu, 1080 litr. piasku, a dla chudej potrzeba 840 kg. cementu, 2091 litr. piasku i 4182 litr. żwiru; a dla jednej cembrowiny potrzebna ilość twarywa wyniesie: na tłustą zaprawę 14 kg. cementu, 45 litr. piasku; na chudą 35 kg. cementu, 88 litr. piasku i 175 litr. żwiru lub tłucznia.

**Przygotowanie zaprawy betonowej**

Masę na beton trzeba przygotować w takiej ilości, aby ona była ubita w ciągu najwyżej pół godziny, inaczej bowiem cement, wiążąc mocniej w masie nieubitej, już później nie da dobrego betonu.

**TABLICA IV.**
**Określenie cementu i kruszywa (piasku).**

| Stosunek mieszaniny | Na 1 m³ betonu ubijanego potrzeba | |
|---|---|---|
| | kg cementu | l. kruszywa |
| 1 : 3 | 403 | 1010 |
| 1 : 4 | 332 | 1080 |
| 1 : 5 | 266 | 1120 |
| 1 : 6 | 224 | 1150 |
| 1 : 7 | 198 | 1180 |
| 1 : 8 | 175 | 1200 |
| 1 : 9 | 156 | 1210 |
| 1 : 10 | 138 | 1230 |
| 1 : 12 | 116 | 1250 |
| 1 : 15 | 95 | 1280 |

Przy wyrobie cembrowin należy zatrudnić 1 robotnika znającego należycie wyroby betonowe i 2-ch pomocników (zwykłych dziennych). Na ubicie jednej cembrowiny o wymiarze 1,25 m ∅ × 0,5 m wraz z przygotowaniem masy oni potrzebują około 1 godziny. Otóż dla naszej cembrowiny należy przygotować 2 zaprawy tłuste (na spód i na wierzch) i jedną chudą na środkową (główną) część kręgu.

Na pomoście, zbitym na legarkach z desek możliwie gładkich i szczelnie do siebie dopasowanych, około 3 m. długim i 1,5—2 m. szerokim, sypie się 2 kupki piasku, większą (88 litr.) zajmującą środek pomostu i mniejszą (45 litr.) bliżej krawędzi, przyczem obok większej kupki sypie się kupką żwir lub tłuczeń. Obie kupki rozgarnia się, aby były podłużne i miały wzdłuż małe wgłębienie. W to wgłębienie nasypuje się ostrożnie, odmierzony uprzednio, cement*): na większą kupkę 35 kg. i po wymieszaniu, na mniejszą 14 kg. i natychmiast miesza się z piaskiem.

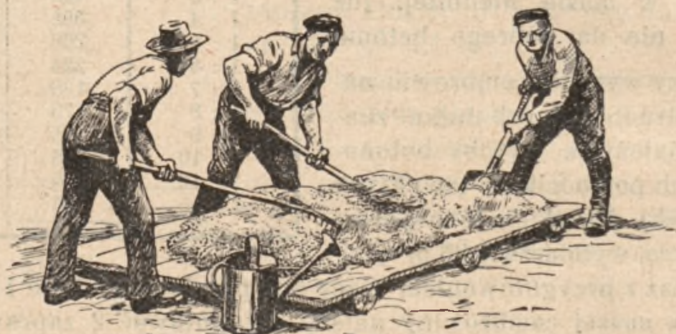
Obie kupki szybko (kolejno) się męsza za pomocą 2-ch żelaznych łopat i grabi; przyczem obaj pomocnicy, stojąc z obu stron pomostu twarzą do siebie, przerzucają piasek z cementem od jednego końca kupki do drugiego, a kierownik rozgarnia grabiami (rys. 27). Dla dokładnego wymieszania piasku z cementem przerzucanie łopatami i przegarnianie grabiami powtarza się kilkakrotnie w obu kierunkach (tam i z powrotem).

---

*) Jeśli na dworze jest wietrzno, należy cement nasypywać trzymając naczynie z nim jaknajniżej i zastawiając od wiatru deską, inaczej cement będzie się rozpylał.

UWAGA: Sypanie cementu i natychmiastowe mieszanie z piaskiem można zacząć od kupki mniejszej, przeznaczonej na tłustą zaprawę, a po wymieszaniu czynimy to samo z większą t. j. wsypujemy cement na piasek kupki większej i zaraz mieszamy.

Kupkę mniejszą (tłustą) dzieli się na 2 części i odgarnia się nieco od siebie i jedną z nich się zwilża wodą.



rys. 27

**Zwilżanie masy** Do suchej mieszaniny piasku z cementem dolewa się wodę stopniowo przez sitko polewaczki, ciągle mieszając zaprawę łopatami i grabiami też w podobny sposób jak przy mieszaniu z tą różnicą, że kierownik trzyma w ręku to polewaczkę, to grabie, przyczem zwilża wodą mieszaninę potrochu i zwilżoną rozgarnia skrupulatnie grabiami, pilnując aby woda się dostawała wszędzie równomiernie, a mieszanina była jednolita.

Wody nalewa się około 15—20% (na miarę) objętości suchej mieszaniny. Chodzi o to, aby zaprawa była tylko plastyczna t. j. dobrze wilgotna i lepiąca się, ale nie lejka, gdyż zbyt duża ilość wody wypłukuje cement, zbyt mała jej ilość znów nie wystarcza do procesu należytego krzepnięcia ubitego betonu.

UWAGA: Ilość przygotowanej mokrej zaprawy powinna być taka, aby mogła być użyta t. j. ubita w formie w ciągu 30 najwyżej 35 minut.

Suchej mieszaniny można przygotować i więcej, lecz również tylko tyle, aby mogła być użyta w ciągu 4 — 5 godzin, cement bowiem ma właściwość wchłaniania wilgoci z powietrza, wskutek czego przy dłuższem przebywaniu na powietrzu niż 5 godzin traci na swej dobroci.

**Ustawienie formy**

Formę do cemrowin ustawia się tuż przy pomoście, przyczem płaszcz (od wewnątrz) i rurę wewnętrzną formy smaruje się oleonaftą na powierzchniach, które mają stykać się z masą betonową, aby łatwo te części formy odstawały od ubitego kręgu. To samo uczynić należy z obu pierścieniami, dolnym i górnym.

Formę ustawia się w ten sposób, że na równo ubitej powierzchni ziemi, posypanej cienką warstwą piasku, układa się *podkładkę*, t. j. równy gładki mały pomost z desek około 1,4 m. średnicy. Na podkładce ustawia się rurę wewnętrzną formy; rozpartą klinem i dolny pierścień, który otacza się zewnętrznym płaszczem, zestawianym z obu połówek na śrubach.

**Ubijanie zaprawy tłustej**

Obaj pomocnicy szybko narzucają łopatami tłustą, tylko co przygotowaną (w mniejszej kupce) zaprawę do pierścieniowatej rury (100 mm. szerokiej) formy, starając się sypać ją możliwie równomiernie, aby otrzymać jednakową grubość nasypanej zaprawy. Robotnik (kierownik) ubija raz koło razu ubijakiem (babką) masę, w czem mu pomaga jeden z pomocników przy pomocy drugiego ubijaka; a drugi pomocnik kończy dosypywanie.

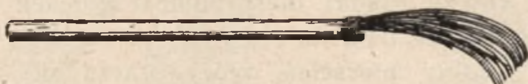
Ubijanie należy wykonywać mocno i równo, aż masa ubije się należycie, co można poznać po poceniu się jej powierzchni, a również spodu ubijaka przez występującą z ubitej masy wilgoć.

**Przygotowywanie chudej masy**

Podczas kończenia ubijania tłustej zaprawy, co czyni kierownik, obaj pomocnicy biorą się do przygotowania głównej (chudej) masy. W tym celu zwilżają wodą przez sitko polewaczki uprzednio przygotowaną suchą mieszaninę cementu z piaskiem i przewracają łopatami raz koło razu przyczem kierownik, który dokończył przed chwilą ubijanie tłustej zaprawy, rozgarnia grabiami mieszaninę i polewa, pilnując, aby ta była wszędzie jednakowo wilgotna. Przerabianie łopatami i grabiami również się powtarza kilkakrotnie. Potem jeden z pomocników zlewa wodą przez sitko żwir, leżący w kupce obok przygotowywanej chudej masy i narzuca wraz z drugim na wilgotną mieszaninę piaskowocementową; poczem obaj szybko i energicznie przerzucają łopatami kilkakrotnie z jednego końca kupy do drugiej, a kierujący również, rozgarniając mieszaninę grabiami, pomaga dokładnie wymieszać żwir z piaskowo-cementową masą.

**Ubijanie masy chudej**

Jeden z pomocników bierze drążek 1,5 m. długi mający na końcu pęczek drutów 5 mm. grubych (rys. 28) i tą ostrą szczotką wzrychla powierzchnię tylko co ubitej w formie tłustej masy, a to w celu lepszego zwarcia się tej masy z chudszą. Poczem obaj pomocnicy nasypują chudą zaprawę do formy na jakieś 150 — 200 mm. grubą warstwą, a kierownik ubija, w czem mu, jak poprzednio pomaga jeden z pomocników, a drugi kończy dosypywać.



rys. 28

Gdy masa została dokładnie ubita, znów się nasypuje do form taką samę warstwę i ubija. Formę wypełnia się chudą zaprawą 3 — 4 razy i za każdem nasypaniem mocno i równomiernie sie ubija, poczem powierzchnię się wzrychla, przed następnem napełnianiem masy.

**Zakończenie ubijania**

Gdy ta robota ma się ku końcowi t. j. gdy ostatnia warstwa chudej zaprawy swoją ubitą powierzchnią będzie wgłębiona o jakieś 50 mm. od krawędzi formy, jeden z trzech robotników kończy ubijanie, a dwaj inni zrasają wodą drugą połowę przygotowanej uprzednio tłustej masy i dokładnie wymieszawszy łopatami i grabiami, zapełniają resztę formy, ubijają i wstawiwszy na wierzch górny pierścień, dosypują masy i kończą ubijanie, formując na krawędzi pierścieniowaty występ wewnętrzny.

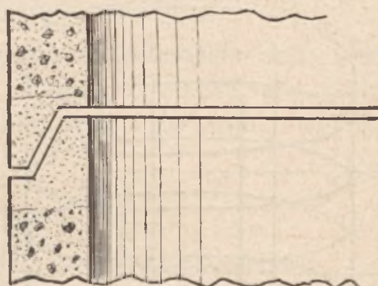
Występ ten odpowiada pierścieniowatemu rowkowi wewnętrznemu na dolnej krawędzi cembrowiny, dzięki czemu górna cembrowina nałożona na dolną, układa się równo i pewnie i obie trzymają się wzajemnie dopasowanemi do się obrzeżami. W celu ułatwienia trafienia górnego kręgu na dolny przy opuszczaniu go, wystające krawędzie są cieńsze niż szerokość koncentrycznych rowków, jak to widać na rysunku. (rys. 29).

**Rozbieranie formy**

Rozbierać formy można zaraz po ubiciu cembrowiny; tylko czynić to należy bardzo ostrożnie, aby nie zepsuć świeżo ubitej, jeszcze miękiej masy.

Przedewszystkiem wyjmuje się z formy rura wewnętrzna przez wyjęcie klina rozpierającego rurę. Po wyciągnięciu klina sprężysta blacha rury kurczy się a rura zwęża, odstając od wnętrza ubitej cembrowiny, co pozwala na swobodne wyjęcie tej rury.

Potem zdejmuje się górny pierścień i za nim płaszcz zewnętrzny. W tym celu powinny być rozkręcone wszystkie 4 śruby, ściągające z obu stron obie połówki płaszcza i z całą ostrożnością te części odsuwa się poza cembrowinę, która pozostaje przez 3 — 4 dni na podkładce i dolnym pierścieniu.



rys. 29

Części rozebranej formy składają się znów na następnej podkładce z nałożonym na nią nowym pierścieniem dolnym, też obok pomostu, na którym miesza się masę betonu i formę napełnia się nią i ubija jak poprzednio.

Ponieważ każda ubita cembrowina pozostaje parę dni na podkładce, a cembrowin ubija się 8 na dzień (licząc po 1-ej godzinie pracy); przeto podkładek drewnianych i żelaznych pierścień dolnych trzeba mieć najmniej 8 × 3 = 24 sztuki.

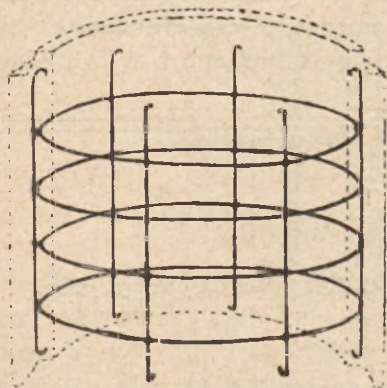
**Krzepnięcie cembrowin**

Świeżo ubity krąg betonowy, po zdjęciu z niego części formy, należy obłożyć rohożami lub szmatami (ze starych worków), które polewane muszą być kilkakrotnie na dzień, aby stale były wilgotne, co przyczynia się do szybszego twardnienia betonu. Po trzech — czterech dniach cembrowinę ostrożnie się przewraca na bok i odejmuje dolny pierścień należący do formy, który wraz z podkładką używa się do dalszych wyrobów. Polewanie cembrowin wodą powinno się odbywać po kilka razy dziennie przez 10 dni — 2 tygodnie; poczem one muszą jeszcze pozostawać na składzie i mogą być użyte i ewent. przewożone nie wcześniej jak po miesiącu od daty wykonania, a lepiej po 6 tygodniach.

**Wzmacnianie cembrowin**

Jeśli wypada kopać studnię głębszą, niż na 8 — 10 metrów, naprz. na 15—20 m., to należy cembrowiny, które mają być zapuszczone głębiej (jako pierwsze), sporządzać z tłustszej masy (1 m. cem. 2 m. piaksu

i 3 — 4 m. żwiru) i uzbroić drutem. W tym celu na 1 cembrowinę daje się 3 — 4 pierścienie 1350 mm ∅ i 4 — 6 drutów 0,5 m. długich z haczykami na końcu. Druty można dać od 5 — 8 mm ∅ i powiązać należy z sobą cienkim drutem w rodzaju klatki (rys. 30). Tego rodzaju uzbrojenie czyni krąg studzienny mocniejszym i zdatnym do dalszego przewożenia. Cembrowiny uzbrojone należy oznaczyć specjalnym znakiem.



rys. 30

Jeśli cembrowiny mają być przewożone na znaczną odległość od miejsca wyrobu, wtedy wskazane jest je uzbroić wszystkie, tembardziej że koszt uzbrojenia jest niewielki, a jedynie tylko ubijanie wobec drutów w środku jest nieco kłopotliwsze.

Daleko praktyczniej jest jednak unikać transportu i przygotować cembrowiny w pobliżu miejsca kopania zamierzonej studni.

Przy dobrej wprawie i pilnej robocie 3-ch ludzi t. j. robotnik i 2-ch pomocników mogą ubić dziennie około 8 — 10 kręgów 1,25 m. ∅ × 0,5 m.

**Kopanie studni**

Zazwyczaj kopie się studnię przez podkopywanie się od wewnątrz cembrowin i opuszczaniu ich coraz niżej. Układa się na ziemi, gdzie ma być studnia, żelazny pierścień o 50 — 80 mm. większej średnicy, niż zewnętrzna średnica cembrowiny, a to z tych względów, aby wykopywanie pod pierwszą dolną cemrowiną było prowadzone nieco szerzej, niż jej średnica. Jest to konieczna przezorność, aby zapobiec ściskaniu przez ziemię cembrowin, opuszczonych wgłąb w miarę podkopywania i zagłębiania się ich.

Pierścień ten, żelazny, powinien mieć średnicę wewn. 1450 mm., a zewnętrzną 1500 — 1530 mm. i być gruby 8 — 10 mm.

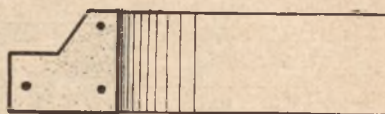
**Żelbetowy pierścień studni**

Zamiast droższego i dającego rdzę i nieprzyjemny smak wodzie, żelaznego pierścienia, lepiej jest sporządzić pierścień z tłustej betonowej masy i uzbroić go drutami, aby był wytrzymały na nierównomierne

gniecenie dużego ciężaru cembrowin, gdy wypadnie kopać głębszą studnię (15 do 20 m.), a również na nierówne parcie ziemi.

Zaprawę przygotowuje się tłustą: 1 miara cem., 2 m. piasku i 3 m. żwiru. Aby na pierścieniu tym dobrze i pewnie siedziała dolna cembrowina, należy przy ubijaniu pierścienia nałożyć nań wierzchni pierścień od naszej formy, dzięki czemu ubije się wgłębienie i wystający wewnątrz występ okalający.

Do ubijania pierścienia ustawia się na pomoście rurę wewnętrzną od formy (1250 mm. ∅) z klinem i otacza się niskim płaszczem z 3 — 4 mm. blachy żelaznej 100 mm. wysokim i 1500 mm. średnicy. Po ubiciu masy na 30 m. grubo, nakłada się na nią 2 koncentryczne pierścienie z drutu 10 — 12 mm. ∅, jeden 1350 i drugi 1450 mm. ∅ i ubija się znów masę na 40 m. grubo i układa się trzeci pierścień z takiegoż drutu 1450 ∅ i, jak było wyżej powiedziane, żelazny pierścień górny od formy dla uformowania występu.



rys. 31

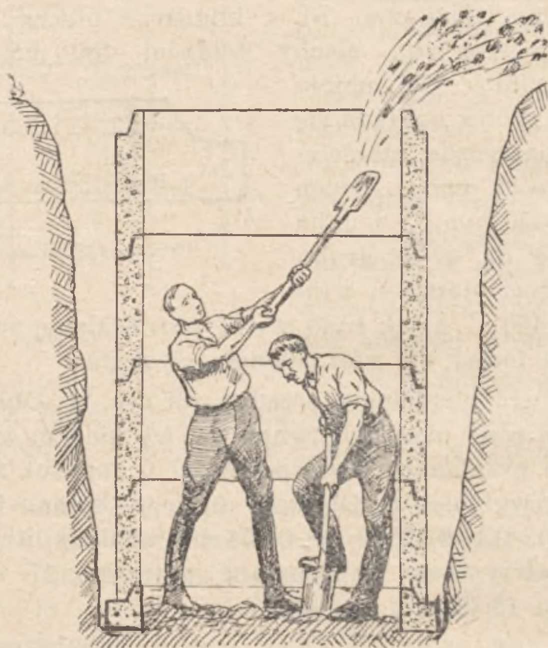
Przekrój tego pierścienia przedstawia rys. 31. Obliczmy ilość potrzebnego na nasz pierścień tworzywa, t. j. piasku, żwiru i cementu, przyczem przyjmujemy dla pewności (i zapasu), że pierścień jest pełny bez wgłębienia. Objętość ubitego betonu będzie: 3,14 (1,250 + 0,125). 0,1. 0,125 = ± 0,054 m³, czyli 54 litry. Na tablicy (str. 54), otrzymamy, że cementu potrzeba 17 kg., piasku 29 litry i żwiru 43 litry.

**Nakładanie cembrowin i kopanie** Na pierścień żelbetowy, ułożony równo na miejscu, gdzie ma być studnia, ustawia się pierwszą (dolną) cembrowinę. Najlepiej czynić to zapomocą trójnoga z blokiem, o czem będzie zaraz mowa. Dwóch ludzi kopie ze środka, wyrzucając ziemię nazewnątrz i podkopując się równomiernie pod pierścień. Po opuszczeniu się cembrowiny na 0,5 m., czyli górnej krawędzi jej równo z ziemią na jej obrzeże, t. j. na rowek okalający i występ, narzuca się zaprawę cementową w stosunku: 1 m. cem. i 3 m. piasku i nakłada się drugą cembrowinę. Poczem kopacze znów zagłębiają się i podkopują w ziemię na $2^1/_2$ — 3 m., dokąd jeszcze się da wyrzucać ziemię (rys. 32).

**Trójnóg do wyciągania ziemi**

Dla wyciągania ziemi przy dalszem zagłębianiu się kopaczy, ustawia się trójnóg około 4 m. wys. z blokiem i wałkiem z korbami i kubłem na linie (rys. 33).

Do pracy przy trójnogu trzeba 2-ch ludzi, których zadaniem jest wyciąganie zapomocą kubła ziemi i odwożenie jej opodal w taczkach. Oni również pomagają innym przy nakładaniu coraz to nowych kręgów w miarę pogłębiania studni, w czem znaczną pomoc okazuje trójnóg.



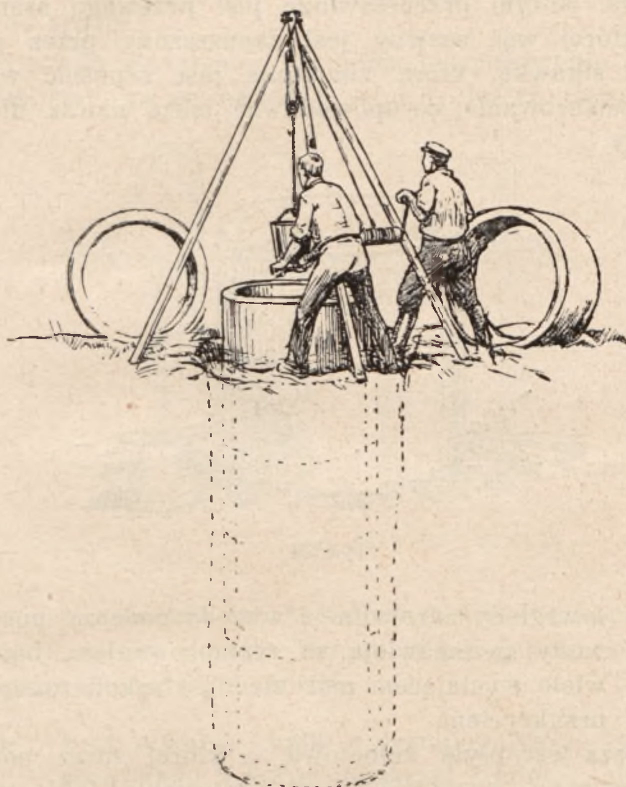
rys. 32

**Kontrola pionowego układania kręgów**

Począwszy od pierwszego kręgu, za każdem nałożeniem nowego, zawsze należy sprawdzić pionowe ustawienie. Czyni się to zapomocą łaty i poziomnicy, którą układamy w 2-ch kierunkach, nawołując do ludzi, kopiących ziemię na dole. aby podkopywali się pod pierścień w tem lub innem miejscu więcej, aby zawsze opuszczony stos cembrowin był pionowy.

Sprawdza się pionowe ustawienie również przez opuszczanie z krawędzi górnej cembrowiny t. zw. pionu, t. j. ciężarka na szpagacie.

**Wykańczanie studni** Kopacze postępują w swych robotach coraz głębiej, aż dopóki nie dokopią się do źródła. Wtedy oczyszczają je, kopiąc jeszcze nieco głębiej na 2 — 3 kręgi (1 — 1 $^1/_2$ m). Po oczyszczeniu dna i wybraniu mokrego piasku, wyczerpaniu brudnej wody z piaskiem i przekonaniu się, że woda



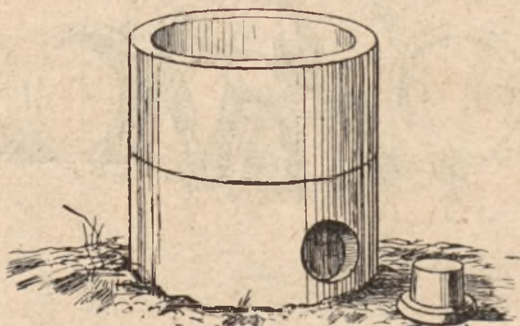
rys. 33

przybiera i jest czysta, ludzie wydostają się ze studni, (wyciągnięci zapomocą trójnoga). Poczem nakłada się jeszcze nad ziemią 2 — 3 cembrowiny, aby górna krawędź ocembrowania wystawała ponad poziom ziemi 1 — 1,5 m, a to w celu zabezpieczenia ludzi, a zwłaszcza dzieci od wypadku; chociaż właściwie wierzch studni powinien mieć stałą pokrywę.

**Otwór na wąż ssawny** W wypadkach wystawania ocembrowania niezbędnem urządzeniem, ułatwiającem ssanie wody przez sikawkę wprost ze studni, jeśli poziom wody pozwala, t. j. do

lustra jest 4 — 6 m., najwyżej 8 m., jest specjalny otwór w cembrowinie, znajdującej się tuż nad poziomem ziemi (0,2 — 0,3 m). Otwór powinien mieś 200 — 300 cm. ∅ i zamknięty być czopem z drzewa (rys. 34).

Na rys. 35-tym przedstawiona jest przewaga ssania wody sikawką, której wąż ssawny jest zapuszczony przez powyższy otwór, nad sikawką, która zmuszona jest zapuścić wąż przez krawędź ocembrowania, co spowodować może nieraz niedostanie się do wody.



rys. 34

**płaskie zakończenie studni**

I względy zdrowotne i wygoda podczas pompowania wody przemawiają za ocembrowaniem, bardzo niewiele wystającem nad ziemią i zakończonem stałem przykryciem.

Najlepsza jest płyta żelbetowa, o której zaraz pomówimy. Powinna ona nieco wystawać ponad wzniesienie, jakie musi być urządzone przy studni.

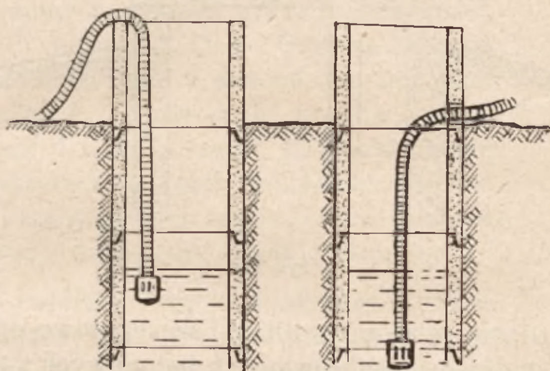
**Wzniesienie**

Każda wogóle studnia powinna mieć takie zakończenie, aby zabezpieczało ono wodę w niej od wszelkiego rodzaju nieczystości, a temi są: kał i mocz pojonego przy studni inwentarza, pomyje od mytych przy niej naczyń, kurz, błoto i t. p.

W tym celu dokoła studni powinno być nasypane niewielkie wzniesienie, przynajmniej z $1/2$ m. ponad ogólny poziom podwórza, z ziemi wyrzuconej ze studni podczas kopania, i mieć łagodną pochyłość z niewielkim spadkiem około 5 cm. na 1 m. (5 %) aż do

poziomu podwórza. Pochyłość ta powinna mieć nawierzchu warstwę gliny, jakieś 100 mm grubości, ubitą, aby utworzyć nieprzesiąkliwą warstwę. Dobrze jest wybrukować lub wybetonować tę pochyłość dokoła studni na odległość 1,5 — 2 m. od ocembrowania, a to w tym celu, aby wszystkie owe nieczystości mogły spływać jaknajdalej od studni.

Sam otwór studzienny ma albo ocembrowanie wzniesione, jak widzieliśmy, na wysokość 1 — 1 $^1/_2$ metra (przy czerpaniu



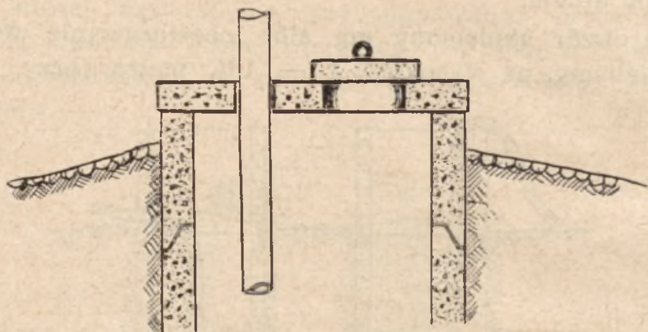
rys. 35

wody zapomocą żórawia lub kołowrotu), albo wzniesiony niewiele, na jakieś $^1/_2$ metra z płytą betonową lub pomostem szczelnym z desek przy zastosowaniu pompy.

**Płyta żelbetowa** Przy otworze studni o średnicy 1,25 m. dajemy płytę conajmniej o 0,2 m. większej średnicy, aby legła ona cała na powierzchni ocembrowania.

Przy rozpiętości, wynoszącej 1,25 m. należy płytę sporządzić żelbetową. Grubość jej możemy wtedy dać mniejszą — około 100 mm. i uzbroić siatką z drutów 8 — 10 mm. grubych, przyczem odległość między drutami można dać 60 — 80 mm. Jedne druty leżą wzdłuż, a drugie wpoprzek płyty. W płycie daje się dwa otwory: jeden około 100 — 150 mm. ∅ dla przepuszczenia rury od pompy, a drugi jako właz niezbędny do czyszczenia, o średnicy 500 — 600 mm., przykryty płytką żelbetową około 700 mm. ∅ i 60 mm. grubości z dwoma wpuszczonemi kółkami do podnoszenia zapomocą drążka. Rys. 36-ty przedstawia przekrój przez

płytę i płytkę, zakrywającą właz oraz otwór dla rury od pompy. Betonu na płytę wyjdzie (przy stosunku: 1 : 2 : 4). $3{,}14 \frac{(1{,}45)^2}{4} \times 1{,}2 = \pm 0{,}188$ m.³ czyli 188 litrów.



rys. 36

**Przewaga studni o ocembrowaniu betonowem**

Dłużej sobie pozwoliłem i szczegółowo opisać kopanie studni o ocembrowaniach betonowych z tego względu, że należy usilnie dążyć wszędzie, aby z kopanych studni tylko takie były zakładane.

Przewaga bowiem tych studni nad zwykłemi o ocembrowaniu z drzewa i zalety są następujące:

1. Kręgi betonowe dają ocembrowanie zupełnie szczelne, nieprzepuszczające wody zaskórnej, ani gnojówki, co ma nieraz miejsce przy ocembrowaniu drewnianem, zwłaszcza jeżeli studnia znajduje się w pobliżu obory lub stajni.

Woda zatem w studni z kręgów betonowych *jest źródlana, czysta i zdrowa.*

2. Kręgi betonowe *nie gniją, nie porastają mchem, nie zarażają wody,* jak to bywa przy ocembrowaniu z drzewa.

3. Kręgi betonowe *są trwałe i mocne* i nie potrzebują naprawy, czego wymaga ocembrowanie drewniane.

4. *Kopanie studni* o cembrowinach z betonu, jak widzieliśmy, jest proste, ułatwione *i nie grozi niebezpieczeństwem* zawalenia się ziemi.

O wydobywaniu wody ze studni kopanych pomówimy w dalszym rozdziale, noszącym tytuł „Czerpanie wody“, a teraz jeszcze należy opisać inne studnie t. zw. wiercone. Czynimy to pobieżnie,

dając tylko ogólne pojęcie o tych studniach, gdyż przy zamierzeniu urządzenia dla danego osiedla wierconej studni, a zwłaszcza artezyjskiej, będziemy musieli zwrócić się w tej sprawie do specjalistów.

## 3. Studnie wiercone

Urządzenie studni kopanej przy pomocy kręgów betonowych ma swe granice głębokości, do jakichś 15, najwyżej 20 m. Głębsze bowiem kopanie jest połączone z dużemi trudnościami natury technicznej (opuszczanie kręgów, wydobywanie ziemi i t. p.) oraz z kosztami, które z każdym metrem w głąb niepomiernie się zwiększają. Przy głębszych zatem zbiorowiskach wody stosowane muszą być studnie wiercone.

Studnie wiercone są dwojakiego rodzaju: abisyńskie i artezyjskie. Różnica pomiędzy studnią abisyńską a artezyjską jest bardzo duża: pierwsza służy do wydobywania wody z płytszych wodonośnych warstw ziemi i bywa zazwyczaj niewielka, używana przeważnie dla domowych potrzeb, — artezyjskie natomiast studnie są wiercone na znacznych głębokościach dochodzących nieraz do kilkuset metrów, mają przytem zwykle rury o większej średnicy i dają bardzo dużą ilość wody.

### a) Studnie abisyńskie.

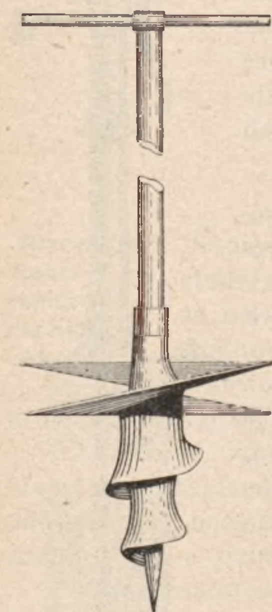
Studnia abisyńska bywa wiercona za pomocą specjalnej rury zakończonej świdrem i niewielkim filtrem. Studnie te znalazły zastosowanie podczas ekspedycji angielskich wojsk do Abisynji w 1868 r. Tam piaski wodonośne znajdowały się dosyć płytko i dały możność użycia płytkich wierconych studni, które też przyjęły nazwę „abisyńskich".



rys. 37

**Ograniczona głębokość** Zazwyczaj studnię abisyńską stusuje się tam, gdzie warstwa wodonośna leży na kilka metrów (4 — 6 m.) pod powierzchnią. Głębokość studni zazwyczaj nie przekracza 7 m.

**Urządzenie studni abisyńskiej** Rysunek 37 - my przedstawia studnię abisyńską w ziemi. Widzimy tu rurę, mającą na dolnym końcu szereg otworków; w tym końcu znajduje się wewnątrz t. zw. filtr z gęstej siatki metalowej. Rura bywa o wewnętrznej średnicy od 50 — 75 mm. i jest wewnątrz ocynkowana. Na końcu tej rury widać głowicę stanowiącą świder, przy pomocy którego rurę wwierca się w ziemię.


rys. 38

U góry nad ziemią znajduje się pompa, która zwykle bywa tylko ssąca, t. j. podnosząca wodę do wylewu. O pompie będzie szczegółowa mowa w rozdziale, traktującym wogóle wydobywanie wody na powierzchnię ziemi.

**Świder ziemny** Nie każdy gatunek gruntu pozwala na łatwe wkręcenie rury studni abisyńskiej. Szczególnie ziemie zwarte, ścisłe naprz. gliniaste, pod warstwą których znajduje się wodonośny piasek, wymagają uprzedniego wywiercenia otworu specjalnym świdrem ziemnym (rys. 38), który różni się od obu poprzednio opisanych świdrów (str. 48, rys. 23 i 24) prostszą budową i służy tylko do wiercenia otworów, gdy tamte używane są i do brania próbek z głębszych pokładów ziemi.

Po wywierceniu otworu zapomocą świdra ziemnego już z łatwością daje się wkręcić głowica świdrowa studni abisyńskiej wraz z filtrem i całkowitą rurą.

**Oczyszczanie filtru** Jeżeli w warstwie wodonośnej znajduje się mułek, to filtr po pewnym czasie zamula się i wymaga oczyszczenia, co odbywa się przez wyciągnięcie (wykręcenie) całej rury i dokładne przemycie filtru czystą wodą.

**Zalety** Pompy abisyńskie mają pewne zalety, są bowiem tanie, dają się z łatwością zastosować wszędzie tam, gdzie warstwa wodonośnego piasku znajduje się na głębokości 5 — 6 m. (rzadziej do 7 m.) oraz bardzo szybko dają wodę, potrzebując tylko kilka — kilkanaście godzin czasu na wkręcenie.

**Wady** Jednak studnie te są mało wydajne: od 20 — 40 litrów wody na minutę, przeto nadają się wyłącznie prawie do użytku domowego.

**Łatwość zamarzania** Drugą ujemną stroną pompy abisyńskiej jest zamała odporność na mrozy rury żelaznej wkręconej w ziemię, która wskutek dobrego przewodnictwa ciepła żelaza łatwo zamarza głębiej podczas większych mrozów.

**Wykorzystanie podczas pożarów** Dla ochrony przeciwpożarowej abisyńskie studnie mogą służyć pośrednio przez możność zgromadzenia zapasu wody w zbiorniku, z którego w razie pożaru można czerpać wodę albo bezpośrednio, albo przez dowożenie beczkowozami.

Dla obfitego zaopatrzenia mieszkańców w wodę, a zwłaszcza dla pożarnictwa wydatną rolę grają studnie artezyjskie.

## b) Studnie artezyjskie.

Jak już było wyżej powiedziane, w głębszych warstwach ziemi na 100 — 200 i więcej metrów znajdują się znaczne rozlewiska (zbiorowiska) wody w bardzo obfitych warstwach wodonośnego piasku i żwiru. Woda ta, przefiltrowana przez dużą ilość równoległych warstw ziemnych, najczęściej bywa bardzo czysta, pozbawiona obcych domieszek i bakteiji, a tem samem zdrowa.

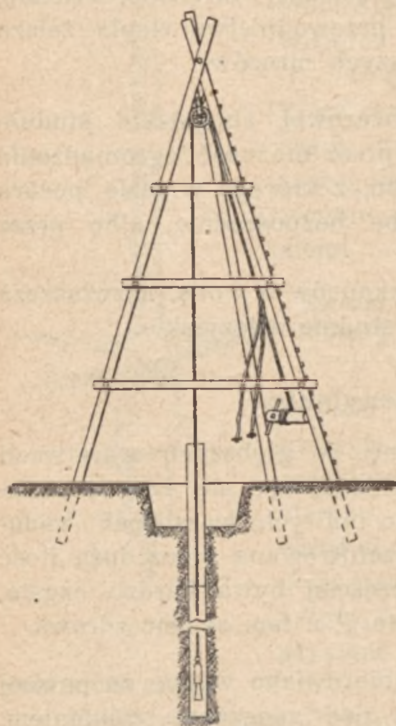
**Studnie samobijące** Nieraz się wydarza, że zbiorowisko wodne na pewnej głębokości znajduje się pod znacznem ciśnieniem, które jest daleko większe od wagi słupa wody o wysokości, równej głębokości danego zbiorowiska. Wtedy po wywierceniu otworu bije z niego silna fontanna*).

---

*) Tego rodzaju artezyjską studnię widziałem w Gdańsku podczas lustracji objektów kolejowych. W warsztatach parowozowych na przedmieściu Langefuhr znajduje się bardzo obfita samobijąca studnia artezyjska, dająca ogromny nadmiar wody bez jakiejkolwiek pompy.

Przeważnie jednak ciśnienie to t. zw. hydrostatyczne bywa mniejsze, podnoszące jednak zazwyczaj wodę w otworze blisko powierzchni ziemi, co ułatwia zainstalowanie w tej studni pompy. Chcąc dostać tak pożądaną zdrową wodę, ludzie wiercą specjalne studnie t. zw. *artezyjskie*. Wiercenie to, a raczej *bicie* studni artezyjskiej jest dosyć mozolne i wymaga dużej wprawy i znajomości rzeczy. Najlepiej jest powierzyć tę całą robotę specjalnemu biuru lub fachowemu przedsiębiorcy.

Tu ograniczę się zatem tylko do pobieżnego opisu, dającego ogólne pojęcie o tych robotach.


rys. 39

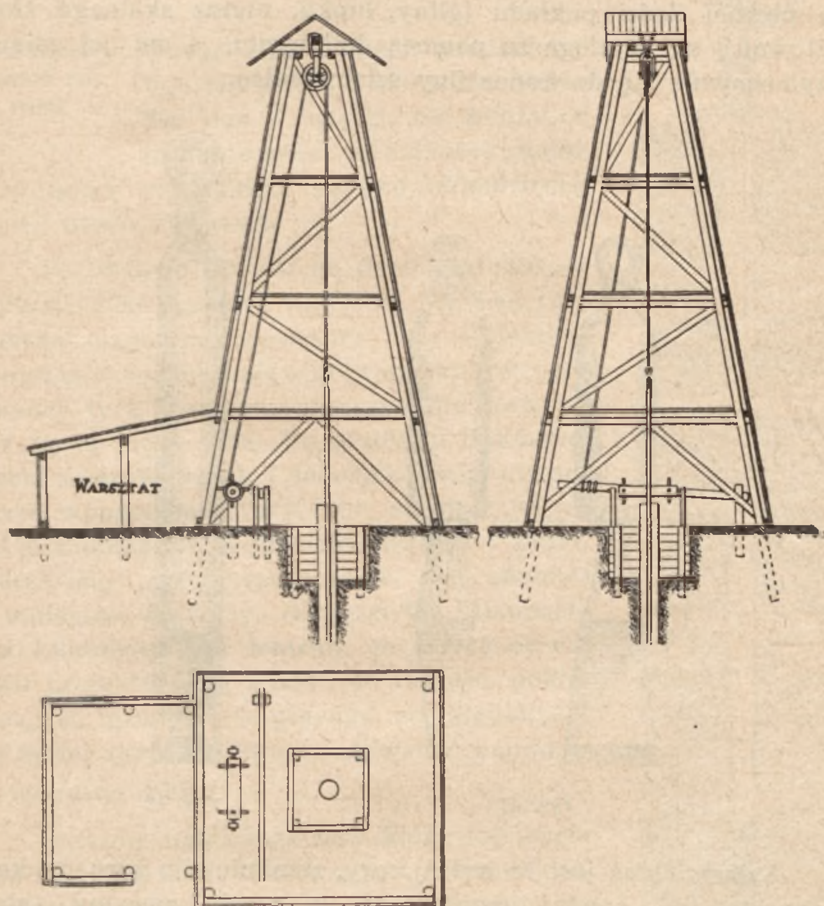
**Wieża wiertnicza** W miejscu, gdzie według danych hydrogeologicznych, lub za pomocą próbnych wierceń została określona głębokość i mniej więcej obfitość podziemnego wodonośnego pokładu, ustawia się t. zw. wieżę wiertniczą w postaci wysokiego trójnogu (rys. 39) dla otworów do 40—50 m. głębokości albo większej i wyższej czworokątnej wieży (rys. 40) dla głębszych otworów, zaopatrzonej w daszek, a również często oszalowanej deskami, mającej zwykle małą przybudówkę dla umieszczenia podręcznego warsztatu i polowej kuźni, niezbędnych przy robotach wiertniczych.

Wieża posiada u góry blok, który pełni dwojaką rolę: służy do podnoszenia przyrządów, któremi bije się (wierci się) studnię, oraz do wpuszczania ewentualnie wyciągania rur, któremi otwór studzienny się uzbraja.

Na obu rysunkach widzimy drewnianą dźwignię (albo szleję), która służy do podnoszenia ciężkiej dłutownicy i wybijania nią w ziemi otworu, o czem zaraz będzie mowa.

Z boku na jednym i na drugim rysunku widzimy kołowrót (ręczną windę). Za pomocą kołowrotu są podnoszone przyrządy wiertnicze i opuszczane rury, któremi zabezpiecza się cały głęboki otwór studni od zamulenia.

Trójnóg do wiercenia studni mniejszych bywa wysoki około 5 — 6 mtr.; wieża natomiast od 8 — 10 mtr. i więcej; szerokość wieży u spodu wynosi około 3 — 4 mtr.

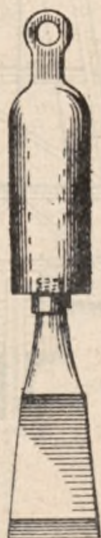



rys. 40

**Dłutownica i szlamownica**

Głównym przyrządem wiertniczym jest t. zw. *dłutownica.* Jest to ciężkie, mocne, stalowe na końcu dłuto, doskonale zahartowane (rys. 41). Wisi ono na

linie drucianej, przechodzącej przez górny blok wieży, z końcem uwiązanym do dźwigni, lub mającym szleję do podnoszenia dłutownicy. Przez opuszczanie końca dźwigni na dół dłutownicę podnosimy; poczem puszczamy dźwignię, wskutek czego dłutownica swym ciężarem opada pionowo i wbija się w ziemię, rozkruszając dany pokład. W miarę zagłębiania się dłutownicy, linkę, na której jest ona uwiązana, stopniowo się popuszcza. Po kilkunastu — kilkudziesięciu uderzeniach, po rozkruszeniu przez nią pewnej ilości pokładu (gliny, łupku, nieraz skalnego złoża) dłutownicę się wyciąga za pomocą kołowrotu, a na jej miejsce przymocowuje się do końca liny szlamownicę.





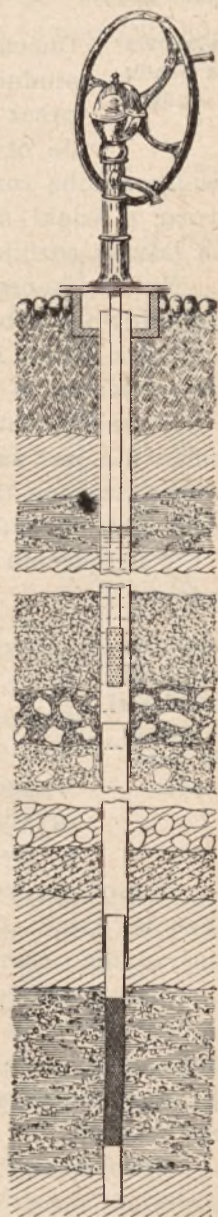
rys. 41



rys. 42

*Szlamownica* jest to rodzaj rury, zamkniętej u gornego końca i otwartej od spodu, zaopatrzonej w zawór zwrotny (klapę) (rys. 42). Przez kilkakrotne rzucenie za pomocą tejże dźwigni na linie szlamownicy, ona wbija się w rozkruchy i napełnia się niemi; poczem szlamownicę wyciąga się, oczyszcza z rozkruchów i zapuszcza się dalej, aż póki nie wygarnie rezultatów pracy dłutow-

nicy, ktorą znów się głębiej zapuszcza, bijąc coraz dalej i t. d. Robota przy wierceniu studni artezyjskiej jest żmudna i ciągnie się zwykle całe miesiące, a nawet nieraz parę lat, gdy wodonośny żwir znajduje się głęboko, a na drodze do niego leżą grube warstwy twardych złóż glinianych i skalnych.


rys. 43

**Zabezpieczenie rurami**

Otwór zrazu, bliżej powierzchni bije się szerszy 150 — 200 nieraz 300 mm. i więcej, co zależy od projektowanej wydajności studni; a w miarę zagłębiania się (co kilkadziesiąt metr.) otwór się zwęża.

Po wybiciu otworu na pewną głębokość (kilkadziesiąt metrów), wpuszcza się weń rurę żelazną ciągnioną, wewnątrz dobrze pokrytą cynkiem, i mającą nagwintowane końce; przy pomocy tych gwintów poszczególne kawałki rur łączą się z sobą. Po przejściu kilkudziesięciu metrów wgłąb i zabezpieczeniu otworu przez wpuszczenie rury, bije się dalej otwór już o kilkanaście milimetrów węższy i zabezpiecza się przez wpuszczenie rur, również o mniejszej średnicy, długości też kilkunastu lub kilkudziesięciu metrów, co zależy od całości projektowanej studni, od rodzaju pokładów, ich grubości a głównie od głębokości na jakiej znajduje się poszukiwana wodonośna warstwa żwiru.

Ostatnia najgłębsza rura, która zapuszcza się, w wodonośną warstwę, jest najmniejszej średnicy i zawiera w sobie filtr, który ma za zadanie ochronę studni od zanieczyszczania przez muł i piasek. Ta rura zwykle bywa o średnicy około 100 mm., rzadziej węższa (70 — 90), a często przy więcej wydajnych studniach szersza (150 — 200 mm).

Rury więc w całości mają jakby lunetowy układ (rys. 43) i w miejscach zmiany przekroju stykające się ich końce są uszczelnione.

**Zastosowanie prądu wody**

Dużem ułatwieniem, przyśpieszającem robotę bicia studni, jest zastosowanie wypłókiwania rozkruchów przez mocny prąd wody, która bywa wpompowywana do otworu przez specjalnie silną pompę. Woda, porywając z sobą rozkruchy i piasek, szybko wyszlamowuje spód otworu; a dzięki stałemu zmaczaniu głębszego pokładu, dłutownica łatwiej rozbija i rozkrusza dalsze warstwy.

Na tem kończę ten pobieżny opis, gdyż trudno jest tu mówić szczegółowo o robotach wiertniczych w różnego rodzaju wypadkach bicia studni artezyjskich; od tego są specjaliści, którym należy powierzyć te odpowiedzialne roboty.

Po zapuszczeniu najgłębszej rury, zaopatrzonej w filtr, jeśli studnia nie jest samobijąca, urządza się w niej pompę, która musi być zapuszczona tak głęboko, aby była na jakieś 4 — 5 metr. ponad lustrem podniesionej w otworze wody.

O urządzeniu i zastosowaniu pomp będzie mowa w następnym rozdziale.

**Użytkowanie wody artezyjskiej do gaszenia pożarów**

Artezyjskie studnie mają bardzo znaczne zastosowanie w wielu miastach i zakładach fabrycznych jako jedyne źródło, zasilające wodociągi miejskie, a również dające wodę dla celów przemysłowych. W obu wypadkach na rurach sieci wodociągowej są zwykle urządzone szeregi hydrantów, ułatwiających strażom w wypadkach pożarów korzystanie z tych urządzeń.

O wodociągach niewielkich i hydrantach będzie mowa na końcu tej książki. Obecnie pragnę poruszyć sprawę bezpośredniego i pośredniego czerpania wody ze studni artezyjskiej.

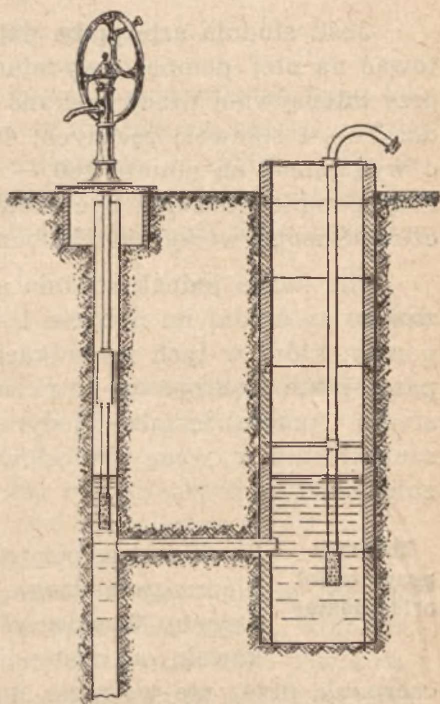
Osiąga się to w trojaki sposób: 1) Przez urządzenie szerokiego wylotu w rodzaju studni; 2) przez zastosowanie większej pompy, dającej znaczną ilość wody i wreszcie 3) przez urządzenie tuż przy studni artezyjskiej zbiornika wody, podziemnego lub nadziemnego.

Rozpatrzymy w paru słowach te sposoby.

**Szeroki wylot i studzienka**

1) Zazwyczaj studnia artezyjska posiada otwór górny o średnicy rury uzbrajającej ją, najczęściej zupełnie nie nadający się do bezpośredniego ssania wody przez sikawkę, a nieraz zaciasny, uniemożliwiający wpuszczenie smoka węża ssawnego.

Wtedy należy urządzić specjalną szerszą studzienkę, albo obejmującą sobą rurę wylotową studni artezyjskiej, albo też wykopać specjalną studzienkę tuż obok studni. W ostatnim wypadku studzienka ma przy dnie swem połączenie bezpośrednie z rurą wylotową studni artezyjskiej za pomocą specjalnej rury łączącej (rys. 44).


rys. 44

Studzienka może być urządzona z kręgów betonowych, lub też z rury żelaznej albo żeliwnej o większej średnicy 0,5 — 1 m. Dla ułatwienia studzienka może mieć wbudowaną rurę żelazną ssawną ze smokiem i nagwintowanym półłącznikiem.

Ma się rozumieć, że zastosowanie powyższego urządzenia jest wtedy możliwe, gdy lustro wody w studni artezyjskiej znajduje się blisko powierzchni ziemi: 5 — 6 m. najgłębiej 7 m; zdolność bowiem ssania sikawki, jak wiadomo, jest ograniczona. W wypadkach, gdy lustro wody znajduje się głębiej, musimy się uciec do pompy.

**Pompa o znacznej wydajności**

2) Aby sikawki podczas pożaru mogły korzystać z pompy bez przerywania pracy, powinna ona mieć znaczną wydajność.

Trzeba wziąć pod uwagę, że sikawki potrzebują wody podczas pracy znacznie mniej, niż opiewa ich wydajność, ta bowiem określa się przy swobodnym wypływie, w sikawkach ręcz-

nych wynosi od 150—250 litrów, u sikawek silnikowych 300—800, a u samochodowych dochodzi do 2000 litrów na minutę. Przy działaniu natomiast sikawki przez pyszczek prądownicy pod ciśnieniem, które w sikawkach ręcznych wynosi 2 1/2 — 4 atmosfer, a silnikowych 6 — 8 atm. (rzadziej do 12) ilość zapotrzebowania wody znacznie się zmniejsza: do połowy i więcej.

Jeśli studnia artezyjska daje wodę obficie, to należy zmontować na niej pompę o wydajności możliwie większej, aby ona przy intensywnej pracy podczas pożaru mogła nastarczyć wody dla 3 — 4 sikawek ręcznych, lub dla 1 — 2 silnikowych, czyli o wydajności na minutę 400 — 800 litr. wody, a nawet większej. Przy pompie powinien być niewielki zbiornik w ziemi, z którego czerpać mogą wodę sikawki bezpośrednio.

Nie każda jednak studnia artezyjska ma taką wydajność, nie zawsze są środki na nabycie i zmontowanie większej i droższej pompy, która w tych wypadkach musi mieć do tego jeszcze napęd parowy lub elektryczny, co pociąga znaczne koszty. Przy mniejszej studni i tańszej instalacji jedynem wyjściem w sprawie należytego zaopatrzenia w wodę do celów pożarniczych — jest urządzenie zbiornika.

**Zbiornik przy studni artezyjskiej**

3) Zbiornik przy studni ma za zadanie przedewszystkiem zgromadzenie pewnego większego zapasu wody, któryby wystarczył na parę godzin pracy kilku sikawek, a następnie udostępnienie bezpośredniego czerpania przez nie wody ze stałą rurą ssawną mającą na spodzie smok, a u góry wylot z półłącznikiem nachylony na dół (rys. 44).

Rozmiary zbiornika zależą od wielkości danego osiedla, od ilości i wydajności sikawek, któremi rozporządzają miejscowe i sąsiednie straże od obliczeń i od kalkulacji oraz środków materjalnych.

Zbiorniki mogą być lepsze — żelbetowe, żelazne i gorsze — drewniane. Bywają one budowane w ziemi jako tańsze; oraz nadziemne kosztowniejsze, które znacznie ułatwiają dostarczanie wody sikawkom, zwłaszcza gdy ono odbywa się z pomocą beczkowozów i cystern samochodowych.

Obliczeniu, budowie zbiorników wodnych podziemnych i nadziemnych, oraz pomocniczym urządzeniom przy nich — są poświęcone dwa specjalne rozdziały niniejszej pracy. Teraz w następnym dziale omówimy obszernie sposoby wydostawania wody ze studzien na powierzchnię: t. j. o pompach i innych urządzeniach pokrewnych.

## 4. Czerpanie wody.

Widzimy w rozdziałach, opisujących urządzenie studzien kopanych i wierconych, że woda w tych zbiornikach zawsze prawie znajduje się na pewnej głębokości, nieraz dosyć znacznej. Wydostawanie więc wody z nich, zwłaszcza z większej głębokości, jest połączone z pewnym nakładem pracy i czasu i musi mieć specjalne urządzenia.

**Sposoby czerpania wody**

Wydostawać wodę z pewnej głębokości można sześcioma sposobami:

a) przy pomocy ż ó r a w i a — w płytszych studniach;
b) „ „ k o ł o w r o t u w głębszych „
c) przy pomocy p o d n o ś n i k a (elewatora);
d) „ „ p o m p o bardzo różnorodnych systemach;
e) „ „ z g ę s z c z o n e g o p o w i e t r z a;
f) „ „ t a r a n u w o d n e g o.

Rozpatrzmy je pokolei, przyczem zadowolić się musimy pobieżnym opisem zarówno znanych sposobów (żóraw, kołowrót, podnośnik), jak i mało używanych (sposób zgęszczonego powietrza), więcej natomiast poświęcając stron urządzeniom, najwięcej przydatnym do naszego celu zaopatrzenia przeciwpożarowego w wodę, mianowicie pompom i częściowo taranowi wodnemu, mało u nas znanemu, a bardzo pożytecznemu.

### a) Ż Ó R A W.

**Urządzenie żórawia**

Żóraw jest w naszych wsiach i osiedlach powszechnie znany i stosowany, opisywanie przeto tego prymitywnego urządzenia jest zbyteczne. Zwrócić natomiast tu muszę uwagę na wiadro lub kubeł, którym się czerpie zazwyczaj wodę ze studni.

**Stały kubeł przy żórawiu**

Ze względów zdrowotnych należy dążyć do tego, aby każda studnia miała przy żórawiu nastałe przymocowane do okucia żerdzi wiadro. Inaczej bowiem, jeżeli przy żerdzi jest tylko hak do zaczepiania wiadra, wtedy podczas choroby zakaźnej w jednej z zagród, skąd chodzą mieszkańcy jej po wodę ze swemi konewkami, zaraza ta przez wodę udzielić się może wszystkim sąsiadom, czerpiącym wodę z tej studni. Dowiedzione jest, że żadne środowisko nie przenosi tak łatwo i szybko zarazków chorobotwórczych, jak woda.



rys. 45

**Wyciąganie wody żórawiem podczas pożaru**

Im głębsze są studnie, tem dłuższe i wyższe są żerdzie żórawia i co zatem idzie mozolniejsze i dłużej trwające wyciąganie z nich wody. Podczas pożaru, gdy każda chwila jest droga, przez pośpiech i nieumiejętne czerpanie wody, obijamy nieraz wiadrem o ściany studni i znaczna część wody zazwyczaj się wylewa, na czem sprawność i ilość dostarczonej wody bardzo cierpi. W tych wypadkach należy wyznaczyć do czynności tej dwóch silnych i roztropnych ludzi, aby ciągnęli za żerdź jednocześnie, stojąc albo naprzeciwko siebie, jeśli zrąb studni nie jest zaszeroki, albo też w razie zbyt szerokiej studni, po obu bokach jednego z węgłów (rys. 45).

Wtedy przy szybkiem, a zarazem umiejętnem wyciąganiu wiadro będzie szło w górę szybko, równo i pełne dostanie się na wierzch.

**Ssanie wody wprost ze studni**

Jeśli studnia nie jest zbyt głęboka (5 — 6 m.), a jedna z sikawek, przybyłych do pożaru, posiada dłuższy wąż ssawny, najpraktyczniej jest podnieść na klinach drewniany zrąb studni lub przez otwór w kręgu betonowym (patrz str. 64) zapuścić bezpośrednio wąż ten do wody.

Przy głębszej studni, poza 7 — 8 i więcej metrów, o ssaniu bezpośredniem nie może być mowy; do takiej studni właściwie i żórawia rzadziej się używa, a stosuje się t. zw. kołowrót.

## b) KOŁOWRÓT STUDZIENNY.

Kołowrót bywa używany do wyciągania wody ze studni więcej głębokich, ponad 8 — 10 metrów.

Składa się z wału z korbami, na którym jest nawinięty łańcuch z wiadrem.

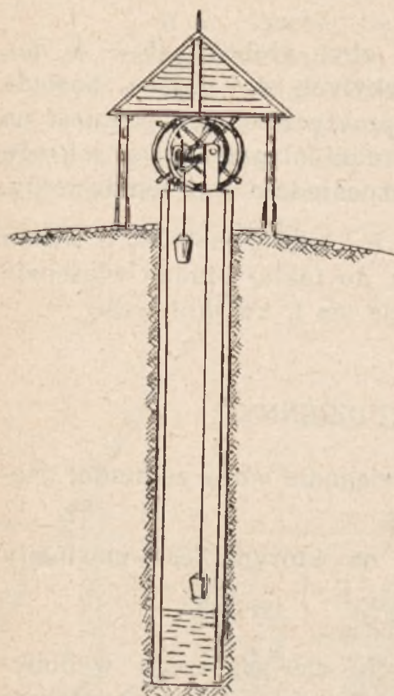
**Zastosowanie dwóch wiader**

Ze względów praktycznych, dla szybszego wydobywania wody, zwłaszcza ze studni głębszych, dobrze jest mieć na wale kołowrotu dwa wiadra, przykute do obu końców łańcucha, który jest przewinięty parokrotnie przez wał. Gdy jedno wiadro pełne jest podnoszone do góry, drugie puste w tym samym czasie opuszcza się do wody i pogrąża się w nią wtedy, gdy z pełnego wylewa się naczerpaną wodę.

**Urządzenie przekładni**

Zazwyczaj przy głębszych i obfitszych studniach bywają stosowane przy kołowrocie, zamiast wiader, duże kubły o 2 — 3, czy też większej pojemności, niż wiadro (20 — 30 i więcej litrów) i dla ułatwienia pracy przy wyciąganiu tych ciężkich kubłów bywa urządzona przekładnia, polegająca na przymocowaniu na końcu wału większego koła zazębionego, do którego dopasowany tryb siedzi na żelaznym wałku, zaopatrzonym w korby.

Zwykle studnia z kołowrotem ma daszek ochronny, do którego słupów bywa przymocowany wał z przekładnią.



rys. 46

Nieraz zamiast przekładni bywa obsadzone na wale duże koło drewniane z kołkami, wystającemi z obwodu koła; za kołki te ludzie, czerpiący wodę, chwytają rękoma i z łatwością wyciągają ciężkie kubły (rys. 46).

c) PODNOŚNIK.

Podnośnik, inaczej z cudzoziemska „paternoster" (elewator) zwany, składa się z wału, umocowanego nad otworem studni, na którym osadżone są obok siebie dwa połączone koła z rzadkiemi zębami; na nich wiszą dwa łańcuchy z ogniwami, wchodzącemi na zęby kół. Łańcuchy są t. zw. „bez końca" i sięgają wgłąb studni, zanurzając się w wodzie. Na łańcuchach wiszą blaszane czerpaki. Na końcu wału siedzi stożkowaty tryb, zazębiony z takiem samem stożkowatem poziomem kołem, które jest na pionowym wale i stanowi zespół kieratowy z dyszlem.

**Kierat** Koń (lub para koni), zaprzężony do kieratu, chodząc w koło, wprowadza w ruch podnośnik, którego czerpaki, zanurzając się kolejno w wodę, podnoszą ją do góry ze studni i wylewają do bocznej rynny.

Podnośniki nieco odmiennej budowy są stosowane w Chinach, w Środkowej Azji (w Bucharze) oraz w Egipcie. Są one w postaci dużego koła, obracanego wodą, z czerpakami na obwodzie; służą do nawadniania pól i ogrodów, w których wobec braku deszczów, wszystkie rośliny pousychałyby bez tych urządzeń,

Najpraktyczniejszym jednak i najwięcej używanym na całym świecie sposobem czerpania wody ze studni jest zastosowanie pompy.

## d) POMPY.

Pomp jest bardzo wiele różnorodnych typów i systemów.

Co do *konstrukcji*, pompy dadzą się podzielić na: tłokowe, odśrodkowe i suwakowe. Co do siły *napędowej* — na: ręczne, konne, poruszane siłą wiatru, poruszane parą, z napędem od silnika spalinowego i wreszcie — elektrycznej energji.

Najwięcej i najczęściej się spotykają przy studniach pompy tłokowe. O nich też obszerniej pomówimy.

### 1. Pompy tłokowe.

Chociaż podstawy budowy i działania pomp i sikawek będą bardzo szczegółowo omawiane w III tomie pracy („Obrona przed pożarami“) p. t. „Technika pożarna“, tem niemniej należy na tem miejscu przytoczyć główną zasadę budowy zwykłej pompy prymitywnej, aby ułatwić zrozumienie działania tych, tak często stosowanych przyrządów, najwięcej — powtarzam — przydatnych do wydostawania wody z naszych studzien.

**Pompy prymitywne**

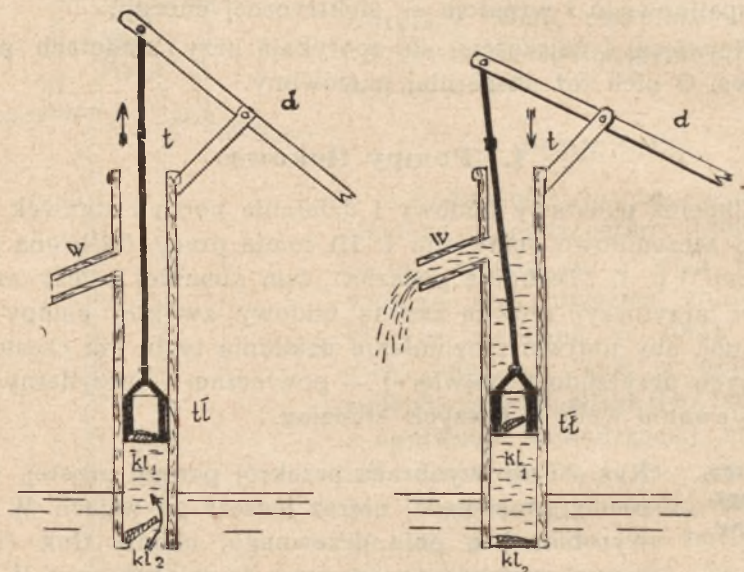
Rys. 47-my wyobraża przekrój pompy prostej drewnianej, stosowanej nieraz jeszcze po wsiach. W rurze wyrobionej z pnia drzewnego, chodzi tłok (t) żelazny, szczelnie dopasowany do ścianek rury. W tłoku jest otwór, zamykany klapką ($kl_1$), podnoszącą się tylko do góry. Tłok jest poruszany w kierunku pionowym w dół i do góry, zapomoca dźwigni (d) i tłoczyska (t).

W dnie rury, zanurzonej dolnym końcem do wody studni, jest otwór zamykany klapką ($kl_2$), również podnoszącą się tylko do góry.

**Działanie pompy**

Przy podnoszeniu tłoka zapomocą dźwigni do góry, wytwarza się w rurze pod tłokiem rozrzedzenie powietrza, a tem samem zmniejszenie jego ciśnienia (i naruszenie równowagi), wskutek czego ciśnienie (większe) powietrza zewnętrznego, które stale ciśnie na wodę, podnosi klapkę ($kl_2$), a trzyma zamkniętą klapkę ($kl_1$) i wtłacza wodę do rury pod tłok, co trwa przez cały czas podnoszenia się tłoka. Przy poruszaniu się tłoka na dół klapka dolna ($kl_2$) zamyka się pod parciem wody, naciskanej przez tłok z góry. Po parokrotnem po-

ruszaniu dźwigni za każdem podnoszeniem się tłoka wchodzi do rury coraz więcej wody, która w końcu dostaje się pod sam tłok, i wtedy przy ruchu tłoka na dół klapka w nim ($kl_1$) pod parciem tej wody od dołu podnosi się i, przepuściwszy pewną jej ilość ponad tłok i po dojściu tego do najniższego punktu, zamyka się. Wtedy tłok, podnosząc się, podnosi z sobą nabraną tylko co




rys. 47

wodę. W miarę pompowania, wody ponad tłokiem przybywa coraz więcej, aż w końcu dochodzi do otworu wylotowego (w) i wylewa się nazewnątrz.

I obecnie jeszcze w niektórych dworach i dworkach dadzą się widzieć tego rodzaju prymitywne pompy z drzewa.

**Ujemne strony pompy drewnianej**

Wyżej opisana pompa ma poważne wady: łatwo się rozsycha i potrzebuje zalewania wodą przez kilka nieraz minut, zanim drzewo napęcznieje i wytworzy się szczelność i pompa zacznie działać. Oprócz tego słabą stroną drewnianej pompy jest jej nietrwałość, gnicie drzewa i zarażanie nieraz wody.

Te wszystkie wady usuwa w zupełności pompa żelazna.

## Pompy tłokowe żelazne.

Pompy tłokowe żelazne bywają dwojakiego rodzaju: pompy ssące i ssąco-tłoczące.

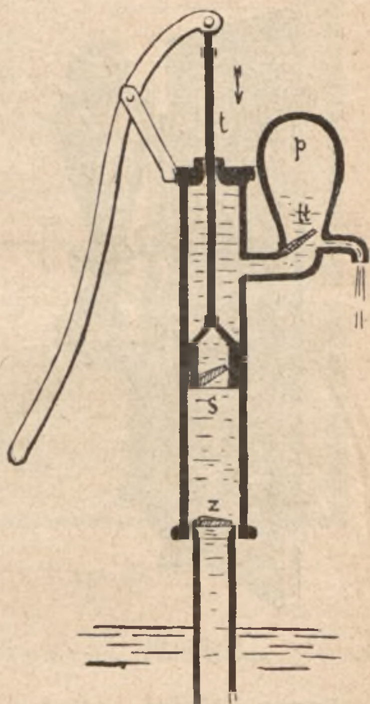
**Pompa ssąca**

Pompa ta jest bardzo podobnej konstrukcji i posiada również 2 zawory, inaczej zwane klapkami, z tych ssawny, umieszczony w tłoku, a drugi w dnie rury, jako zawór zwrotny, niepozwalający na wypłycięcie słupa wody nassanej do rury po zaprzestaniu pompowania. Jest ona w powszechnem użyciu.

Nieco odmienną budowę przedstawia pompa ssąco-tłocząca.

**Pompa ssąco-tłocząca**

Pompa ta posiada, oprócz zaworu zwrotnego, jeszcze dwa zawory: ssawny, umieszczony jak zwykle w tłoku, i tłoczny, znajdujący się w specjalnem gnieździe na rurze tłocznej. Rys. 48 daje pojęcie o najprostszej pompie ssąco-tłoczącej, gdzie widzimy zawór zwrotny (z), zawór ssawny (s) i tłoczny (t). Na rurze tłocznej nad zaworem widzimy powietrznik (p), który służy do regulowania stałcści prądu tłoczonej wody, gdyż powietrze sprężone w nim, działając na wodę, jak sprężyna, powoduje pewnego rodzaju równomierne wylewanie się wody.



rys. 48

**Rodzaje pomp ssąco-tłoczących**

Wszystkie systemy pomp ssąco-tłoczących można podzielić na 3 grupy:

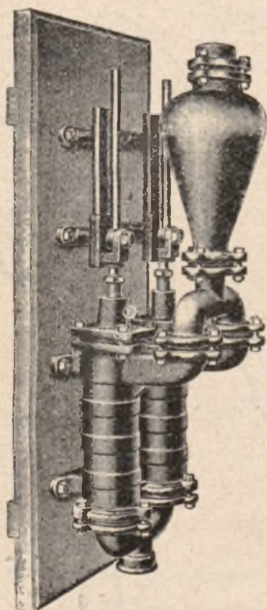
a) *Pompy pionowe* jedno, dwu i trzycylindrowe,

b) *Pompy poziome*: kalifornijskie „*Ocean*“, „Wiktorja“ i t. d.

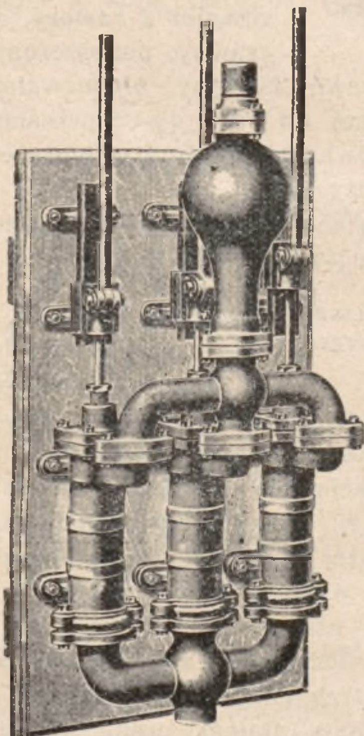
Do tej ostatniej grupy można zaliczyć pompę specjalną „Wortingtona“ 2-cylindrową z napędem parowym.

c) *Pompy specjalne*: Allwejlera, diafragmowe i inne.

Rozpatrzmy w krótkich słowach te wszystkie systemy. „W krótkich słowach", aby Szan. Czytelnikom dać tylko pewnego rodzaju orjentację, gdyż przed ustawieniem pompy należy mieć pojęcie o głównych systemach, aby dobrać urządzenie, najwięcej odpowiadające swemu celowi.



rys. 49



rys. 50

**a) Pompy plonowe 2- i 3 cylindrowe**

Każdy cylinder pompy 2 i 3-cylindrowej ma zawsze 2 zawory: ssawny i tłoczny; oprócz tego na rurze ssawnej na końcu, zanurzonym w wodę, zakończonym t. zw. smokiem (sitkiem, koszem), bywa zwykle umieszczony zawór zwrotny, t. j. klapa, podnosząca się, jak wyżej widzieliśmy, tylko do góry i to w momencie ssania, a zamykająca się samoczynnie podczas tłoczenia.

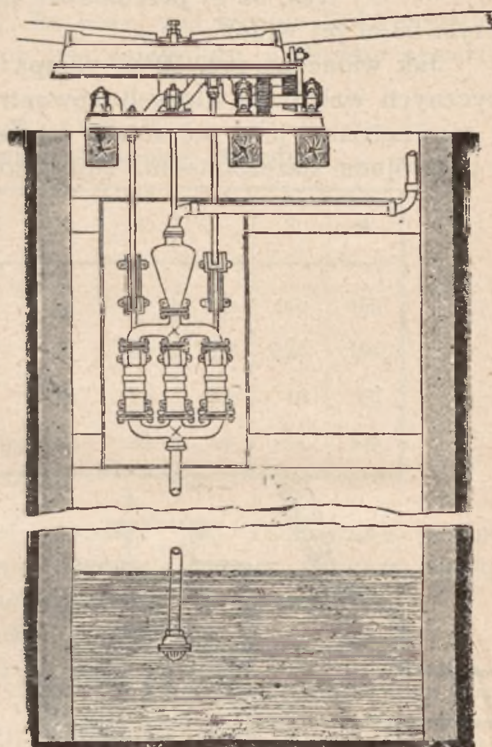
Rysunki 49 i 50 przedstawiają widok pomp 2-cylindrowej i 3-cylindrowej, stosowanych przy pompowaniu wody z głębszych studzien.

Na rys. 51-m widzimy zmontowaną pompę 3-cylindrową w takiej studni i zastosowanie siły napędowej koni przy pomocy kieratu.

Zamiast kieratu mogą być zastosowane koła z korbami do ręcznego pompowania.

Przed nabyciem pompy najlepiej jest poradzić się specjalisty.

Pompę należy zagłębić w studni o tyle, aby była ona nad lustrem wody (odległość pionowa od klapy ssawnej do powierzchni wody) najwyżej na 7 m, ponieważ przy ssaniu przez pompę wody, główną rolę, jak widzieliśmy, odgrywa ciśnienie zewnętrzego powietrza, które jest ograniczone: (1 atmosfera = 10 metrów).



rys. 51

Przy określeniu wielkości pompy należy posiłkować się następującym wzorem:

$$Q = \varphi\, n \frac{\pi d^2}{4} s, \text{ gdzie}$$

Q = ilość wody w metrach sześciennych, która ma być podniesiona (lub natłoczona),
d = średnica tłoka pompy w metr.
s = skok „ „ „
n = liczba skoków podwójnych tłoka lub obrotów wału,
φ = spółczynnik wydajności pompy, który średnio wynosi 0,9.

Przy pompach, działających podwójnie, wzór powyższy mnoży się przez 2. Jeśli pompa zawiera 2 — 3 cylindry, to dla obliczenia ilości wody należy wzór pomnożyć 2 — 3 razy.

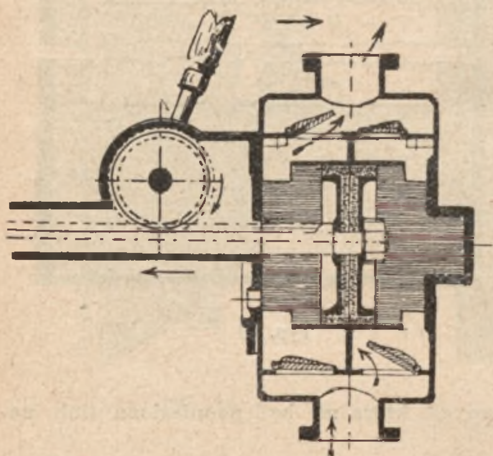
## Pompy poziome.

Rozpatrzymy teraz pompy drugiej grupy więcej charakterystyczne: „Ocean“ i „Wiktorja“.

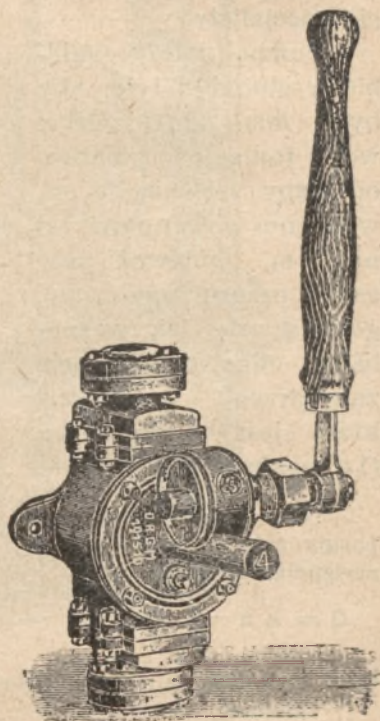
**Pompa „Ocean"** Jest to pompa ręczna, o ograniczonej wydajności; od 35 — 150 litrów wody na minutę.

Rys. 52-gi przedstawia przekrój podłużny tej pompy, a rys. 53-ci jej widok.

Jak widać na rys. 52-m, pompa składa się z dwóch koncentrycznych walców, z których zewnętrzny stanowi płaszcz pompy, a wewnętrzny jest właściwie cylindrem. W nim chodzi tłok o podwójnem uszczelnieniu. Tłoczysko pompy ma na końcu zazę-



rys. 52



rys. 53

bienie i jest poruszane za pomocą dźwigni i trybu, osadzonego na wałku, zazębiającego się z tłoczyskiem.

Przestrzeń pomiędzy płaszczem a cylindrem jest podzielona na 3 części: ssawną u spodu z 2-ma zaworami ssawnemi, tłoczną u góry również z 2-ma zaworami tłocznemi i środkową, która stanowi kanały łączące z obu stron cylinder z powyższemi przestrzeniami.

Działanie pompy widzimy na rys. 52-m. Przy ruchu rączki w prawo tłok porusza się w lewo, wskutek czego w cylindrze po prawej stronie powstaje ssanie, przyczem sawór ssawny jest tu otwarty, a tłoczny zamknięty. Po lewej zaś stronie tłoka widzimy odwrotnie: lewy zawór ssawny jest zamknięty, a tłoczny otwarty.

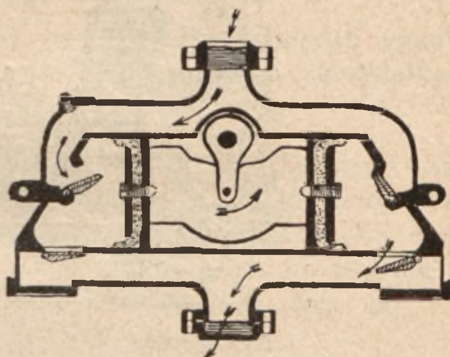
## TABLICA V.
### Rozmiary i wydajność pompy „Ocean".

| Nr. pompy | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Średnica cylindra mm | 75 | 80 | 90 | 110 | 130 |
| Skok tłoka mm | 77 | 95 | 110 | 124 | 134 |
| Srednica rur mm | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
| Wydajność w litr. na min. | 37 | 62 | 86 | 111 | 150 |

**Pompa „Wiktorja"**

Na takiej samej zasadzie jest zbudowana pompa „Wiktorja", mająca większe rozmiary, większą wydajność i więcej numerów.

Ta pompa posiada również dwa walce, tylko znacznie dłuższe (rys. 54) niż pompa „Ocean". Zewnętrzny walec stanowi i tu płaszcz pompy, a wewnętrzny, cylinder i posiada tak samo podwójny tłok, a raczej dwa tłoki, pomiędzy któremi jest umieszczone ramię dźwigni, poruszającej tłok zapomocą wałka i rączki.


rys. 54

Działanie pompy widzimy na tym samym rysunku.

Ta pompa jest wstanie ssać wodę z głębokości 7 — 7,5 m. i tłoczyć na wysokość 35 — 40 metrów.

Pompy „Wiktorja" są wyrabiane w 7-miu wielkościach od średnicy wewn. cylinder 70 mm. do 160 — o wydajności od 25 do 370 litrów na minutę, jak to widzimy z tablicy:

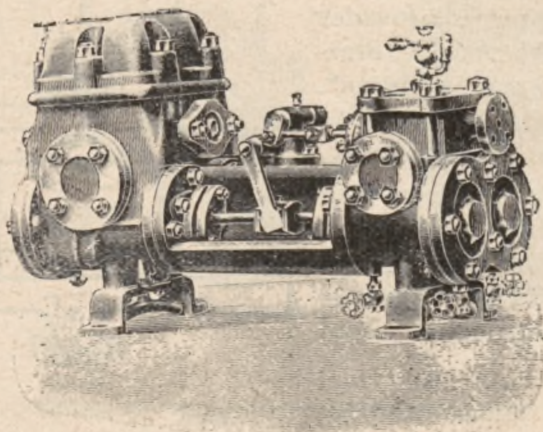
## TABLICA VI.
### Rozmiary i wydajności pomp „Wiktorja".

| Nr. pompy | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Srednica cylindra mm. | 70 | 75 | 85 | 105 | 125 | 140 | 160 |
| Ilość skoków na minutę | 100 | 100 | 90 | 80 | 66 | 60 | 40 |
| Srednica rur mm | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 65 | 75 |
| Wydajność litrów na min. | 25 | 40 | 68 | 105 | 148 | 246 | 370 |

Do grupy pomp o poziomych cylindrach zaliczają się i bardzo rozpowszechnione pompy Wortingtona.

**Pompa Wortingtona**

Zewnętrzny widok pompy pokazuje rys. 55-y. Ona składa się z pary cylindrów parowych i pary wodnych, przyczem każdy cylinder parowy jest połączony z cylindrem wodnym wspólnem tłoczyskiem. W każdym cylindrze i parowym i wodnym tłoki działają podwójnie.



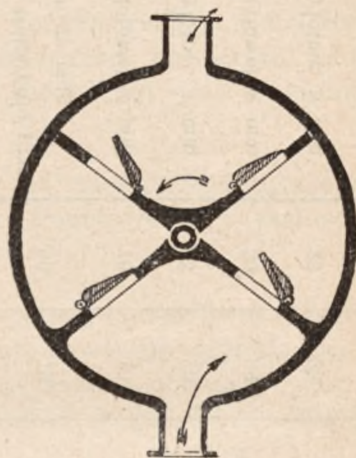
rys. 55

Oba wodne cylindry mają każdy po 4 zawory, 2 ssawne i 2 tłoczne, a cylindry parowe są zaopatrzone w rozdzielacze pary, które są sprzęgnięte z tłoczyskami w ten sposób, że rozdzielacz prawego cylindra jest złączony specjalną dźwignią z tło-

czyskiem lewem i odwrotnie. Tym więc sposobem automatycznie odbywają się działania obu cylindrów parowych a razem z niemi i wodnych: gdy tłok naprz. cylindra parowego prawej pary cylindrów dobiega do dna, otwiera wpust pary w cylindrze parowym lewej pary cylindrów i woda tym sposobem bezustannie bywa ssana i tłoczona.

Ponieważ średnica cylindrów paworych jest większa od średnicy cylindrów wodnych, więc siła tłoczenia wody może być większa od ciśnienia środowiska, dokąd jest tłoczona; więc pompy Wortingtona są najwięcej używane do zasilania kotłów parowych.

Pompy Wortingtona bywają bardzo różnych wielkości i skala wydajności ich jest bardzo rozległa: począwszy od 15 litrów zaledwie na minutę, a dochodzą do 1000 litrów min., jak to widać, na tablicy VII.



rys. 56

## a) Pompy specjalne.

Jeszcze kilka słów muszę powiedzieć o pompach ręcznych spotykanych dosyć często u nas, mianowicie o skrzydełkowej pompie Allwejlera i o pompie diafragmowej.

**Pompa Allwejlera** Pompa ta składa się z krótkiego, pustego walca (rys. 56) o znacznej średnicy, w którym t. zw. skrzydła, osadzone na wałku, na łożyskach w obu dnach, poruszane są wahadłowo za pomocą rączki. Skrzydła te grają rolę tłoka i są szczelnie dopasowane tak do obu den, jak i do płaszcza pompy.

Skrzydła mają dwa otwory, zaopatrzone w klapki tłoczne. Walec ma u spodu wbudowane lub odlane dwie przegrody stałe, każda z otworem i klapką ssawną.

Działanie tej pompy jest proste i jasne: przy poruszaniu lewego skrzydła do góry wytwarza się pomiędzy niem a nieruchomą przegrodą rozrzedzone powietrze i woda pod ciśnieniem wody w rurze ssawnej przez zewnętrzne powietrze podnosi klapkę

## TABLICA VII

### Rozmiary i wydajności pomp „Wortingtona".

| Nr. pompy | | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Średnica cylindrów | wodn. w mm | 70 | 83 | 110 | 133 | 150 | 190 | 190 | 190 | 190 |
| | parow. w mm | 38 | 50 | 70 | 90 | 100 | 125 | 135 | 145 | 150 |
| Skok tłoka w mm | | 70 | 83 | 100 | 125 | 150 | 150 | 150 | 250 | 250 |
| Ilość pojedyńczych skoków w min. | | 100—210 | 100—210 | 100—175 | 75—165 | 75—150 | 75—150 | 75—150 | 75—125 | 75—125 |
| Wydajność w litr. na min. | | 14—29 | 30—62 | 65—115 | 100—230 | 200—400 | 250—500 | 300—600 | 430—700 | 600—1000 |
| Wysokość tłokczenia przy 5 atm. ciśn. w mm | | 90 | 70 | 70 | 60 | 56 | 70 | 55 | 70 | 50 |
| Średnica rury parowej | wlotowej w mm | 10 | 13 | 13 | 20 | 25 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | wylotow. w mm | 13 | 20 | 20 | 30 | 38 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Średnica rury wodnej | wlotowej w mm | 30 | 38 | 50 | 65 | 100 | 100 | 100 | 125 | 125 |
| | wylotow. w mm | 25 | 25 | 38 | 50 | 75 | 75 | 75 | 100 | 100 |

ssawną i wpływa pod skrzydło, w którem klapka tłoczna jest zamknięta.

Po prawej stronie widzimy działanie odwrotne. Klapka ssawna jest tu zamknięta pod wpływem ciśnienia wody (nassanej uprzednio), a tłoczna otwiera się i przez nią woda jest tłoczona wyżej do rury tłocznej. Tym więc sposobem za każdym ruchem wahadłowym rączki pewna ilość wody równa pojemności przestrzeni pomiędzy nieruchomemi przegrodami, u skrzydłami jest wsysana i takaż ilość wytłaczana.

**Zalety pompy Allwejlera**

Dodatnie strony tej pompy są następujące: prostota budowy, taniość, łatwość zmontowania i zastosowania.

**Ujemne strony**

Do słabych stron należy zaliczyć wrażliwość tych pomp na brudną wodę, która powoduje szybkie wycieranie się skrzydeł oraz płaszcza i obu den i stopniowe tracenie przez to zdolności tłoczenia, a zwłaszcza ssania wody.

Ujemną stroną jest zarówno ograniczona sprawność tych pomp, gdyż one mogą ssać nie głębiej jak 6 (najwyżej 7) metrów i tłoczyć wodę nie wyżej jak na 15 metrów.

Pompy te są budowane 12 rozmiarów o wydajności od 18 do 385 litrów na minutę.

Oprócz pomp pojedyńczego działania są jeszcze pompy Allwejlera o podwójnem działaniu 13 rozmiarów o wydajności od 27 do 635 litrów, jak to widać z tablicy.

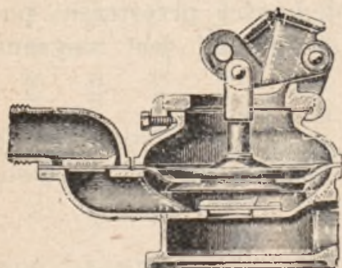
## TABLICA VIII.

**Rozmiary i wydajności pompy Allwejlera.**

| Nr. pompy | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Średnica rur w mm | | 13 | 20 | 25 | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 | 50 | 65 | 75 | 75 | 100 |
| Wydajność pompy w litrach na min. | Przy pojedyńczem działaniu | 18 | 31 | 37 | 55 | 68 | 92 | 123 | 154 | 197 | 225 | 267 | 385 | — |
| | Przy podwójnem działaniu | 27 | 39 | 46 | 71 | 92 | 113 | 143 | 167 | 215 | 297 | 383 | 461 | 635 |

**Pompa diafragmowa**

Oprócz pomp ręcznych wyżej opisanych, istnieją jeszcze pompy diafragmowe o stosunkowo słabem działaniu i średniej wydajności. Są to przeważnie pompy ssące używane do ssania wody i jej wylewania z dołów, piwnic, przy osuszaniu, przy robotach budowlanych, do osuszania wody z barek i berlinek, a również są stosowane z powodzeniem do irygacji ogrodów, sadów i pól.



rys. 57

Tłok w tych pompach zamienia t. zw. membrana z gumy lub skóry, która zapomocą specjalnej dźwigni to jest wygniatana na dół, to podnoszona do góry.

Rys. 57-my przedstawia przekrój pompy diafragmowej. Te pompy, jak widać na rysunku, mają bardzo ograniczone ruchy t. j. skok niewielki.

**TABLICA IX**

**Wydajność pomp Diafragmowych.**

| Nr. pompy | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Srednica rur w mm | 30 | 40 | 50 | 65 | 75 | 100 |
| Wydajność litr. min. | 74 | 93 | 148 | 246 | 300 | 600 |

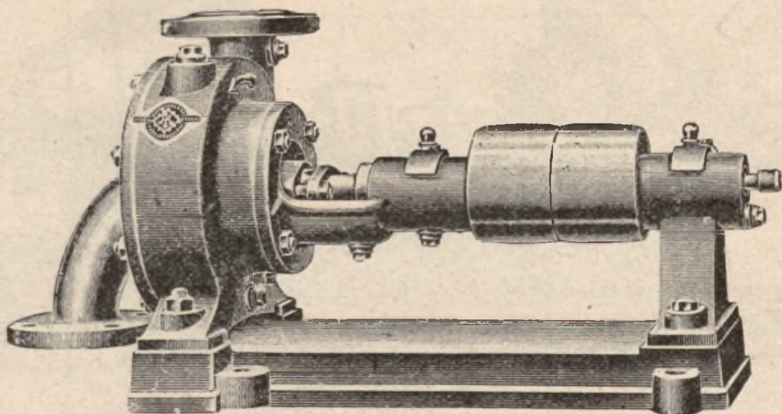
Przechodzimy teraz do drugiego działu pomp, które coraz więcej wchodzą w użycie do pomp ośrodkowych.

## 2. Pompy odśrodkowe

Uzasadnienie działania pomp i sikawek odśrodkowych będzie szczegółowo przytoczone w 2-ej części III-go tomu (w książce Nr. 10). Tu tylko w paru słowach podaję wyjaśnienie działania w pompie siły odśrodkowej na wodę.

Podstawowemi składowemi częściami każdej pompy odśrodkowej są wirniki i stałki.

**Wirnik** Jest to koło bronzowe o dwóch tarczach, pomiędzy któremi jest kilka kanalików, uformowanych przez specjalne przegrody idące od środka do krawędzi; przyczem forma każdej przegrody jest spiralna. Jedna z tarcz ma otwór formujący dokoła wału, na którym jest osadzony wirnik, otwór wlotowy dla wody. Ta, dostawszy się przez ten wlot do wirnika, bywa porwana przez siłę odśrodkową i, przytrzymywana spiralnemi przegrodami, nabiera silnego pędu w kanałach, z których ze znacznem ciśnieniem wyrzucana na zewnątrz, wpada do stałki.



rys. 58

**Stałka** Jest to koło stałe, służące do skierowywania za pomocą też specjalnych kanałów otrzymaną wodę od obwodu ku środkowi.

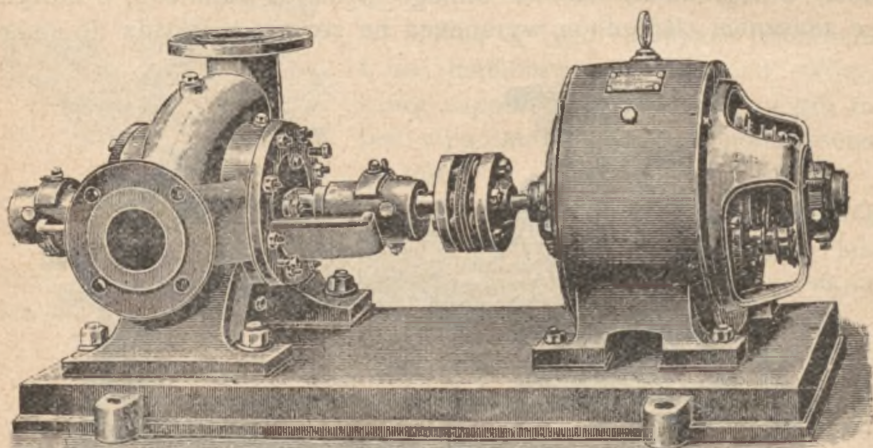
Spiralne przegrody stałki pomiędzy jej tarczami biegną w odwrotnym kierunku od obwodu do środka.

Jedna z tarcz stałki jest większej średnicy od średnicy wirnika i ma krawędź zagiętą, obejmującą wyloty wirnika. Dzięki temu woda, wyrzucana pod ciśnieniem z wylotów wirnika, wpada do kanałów stałki i jest skierowywana do otworu wylotowego stałki, znajdującego się przy wale, skąd pędzi do rury tłocznej lub do drugiego wirnika, jeśli pompa jest dwustopniowa.

Do zwykłego tłoczenia wody na niewielką wysokość kilkunastu metr, która może jednak dojść do 30 metrów, są stosowane pompy odśrodkowe jednostopniowe.

Rysunek 58 przedstawia widok pompy odśrodkowej jednostopniowej z napędem pasowym od wału, który może być poruszany od silnika pasowego, spalinowego lub elektrycznego, a na rys. 59-m widzimy takąż pompę sprzęgniętą bezpośrednio z prądnikiem (silnikiem elektrycznym).

Tablica X-ta daje pojęcie o różnych wielkościach pomp odśrodkowych jednostopniowych i ich wydajności.



rys. 59

Widzimy z powyższej tablicy, że skala wydajności pomp odśrodkowych jest bardzo znaczna, wynosi bowiem od 150 do 6000 litrów wody na minutę, sprawność natomiast działania jest od 38 do 69%. Słabą stroną pomp odśrodkowych jest ich niezdolność zasysania i one muszą mieć pomocniczą pompę zasysającą. Najwięcej stosują się do tego rodzaju roli pompy suwakowe.

O suwakowych pompach do tłoczenia wody nie będę tu mówił, gdyż one znajdują zastosowanie w pożarnictwie jako sikawki lub jako pomocnicze do zasysania, a znacznie ustępują sikawkom odśrodkowym.

Przechodzimy teraz do sprawy czerpania wody za pomocą zgęszczonego powietrza.

## TABLICA X.

### Wielkości i wydajności pomp odśrodkowych jednostop.

| | | Nr. pompy | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wysokość podnoszenia metr. | 4 | Ilość obr. na min. | 1770 | 1580 | 1520 | 1300 | 1190 | 1040 | 900 | 800 | 700 | 580 |
| | | Moc HP | 0,35 | 0,55 | 0,9 | 1,3 | 2 | 3 | 4 | 5,5 | 7 | 10 |
| | 8 | Ilość obr na min. | 2410 | 2150 | 2070 | 1770 | 1610 | 1420 | 1230 | 1080 | 970 | 800 |
| | | Moc HP | 0,7 | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 3,3 | 4,9 | 6,7 | 8,5 | 11,5 | 17 |
| | 12 | Ilość obr. na min. | 2840 | 2540 | 2440 | 2090 | 1900 | 1680 | 1450 | 1230 | 1140 | 940 |
| | | Moc HP | 1,0 | 1,6 | 2,3 | 3 | 4,5 | 6,9 | 9,5 | 12,5 | 16,5 | 24 |
| | 16 | Ilość obr. na min. | — | — | 2700 | 2330 | 2120 | 1870 | 1620 | 1430 | 1280 | 1050 |
| | | Moc HP | — | — | 3,0 | 4 | 6,2 | 9,2 | 13 | 16,5 | 22 | 32 |
| | 20 | Ilość obr. na min. | — | — | — | 2550 | 2320 | 2050 | 1770 | 1570 | 1400 | 1150 |
| | | Moc HP | — | — | — | 5 | 7,7 | 11,6 | 16 | 20,5 | 27,5 | 40 |
| | 24 | Ilość obr. na min. | — | — | — | — | — | 2220 | 1910 | 1690 | 1500 | 1240 |
| | | Moc HP | — | — | — | — | — | 13,9 | 19 | 25 | 33 | 48 |
| | 30 | Ilość obr. na min. | — | — | — | — | — | — | 2120 | 1870 | 1670 | 1370 |
| | | Moc HP | — | — | — | — | — | — | 24 | 31 | 41 | 60 |
| Koła pasowe | | Średnica w mm | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 325 | 400 |
| | | Szerokość w mm | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 130 | 150 | 180 | 210 | 250 |
| Średnica rur w mm | | | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 |
| Sprawność działania % | | | 38—45 | 41—47 | 46—52 | 52—58 | 55—61 | 57—63 | 60—66 | 61—67 | 6?—68 | 63—69 |
| Wydajność litr./min. | | | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 | 2200 | 3000 | 4000 | 6000 |

## e) TŁOCZENIE WODY ZA POMOCĄ ZGĘSZCZONEGO POWIETRZA

Oprócz wyżej opisanych sposobów wydostawania wody ze studzien za pomocą kołowrotów, podnośników i różnego rodzaju pomp, jest jeszcze stosowane, chociaż rzadziej, urządzenia specjalne do wydobywania wody z głębszych studzien i tłoczenia jej na większą wysokość. Jest to t. zw. tłoczenie pneumatyczne.

**Urządzenie instalacji** Instalacja polega na zastosowaniu w głębi studni szczelnego klosza, a właściwie zbiornika, w którym oprócz otworów dopływowych, jakiemi wpływa woda ze źródlisk, a zaopatrzonych w zawory zwrotne, są jeszcze dwa otwory w górnem dnie z pionowemi rurami. Z tych jedna rura jest wpuszczona do zbiornika, nie dochodzi o 100 — 200 mm. do dna i służy do wytłaczania przez nią wody ze zbionika na powierzchnię terenu lub do zbiornika wieży ciśnień; a druga rura, dochodząca tylko do pokrywy zbiornika, wprowadza doń zgęszczone powietrze ze sprężarki, a właściwie z powietrznika t. j. ze zbiornika, w którym jest stale zgęszczone powietrze, osiągane za pomocą sprężarki.

Dzięki ciśnieniu tego powietrza, które musi przewyższać ciężar słupa wody wyciskanej po rurze od dolnego końca jej aż do kolana wylewowego na wieży ciśnień lub nad powierzchnią ziemi, — woda podnosi się ustawicznie i płynie ze zbiornika dolnego w studni i zasila zbiornik górny na powierzchni ziemi lub na wieży.

Na końcu opiszę tu jeszcze jeden sposób tłoczenia wody za pomocą wartkiego prądu wody, b. mało u nas znany, a jednak stosowany z powodzeniem zagranicą, a zwłaszcza w Rosji, jest to t. zw. „Taran wodny“.

## f) TARAN WODNY

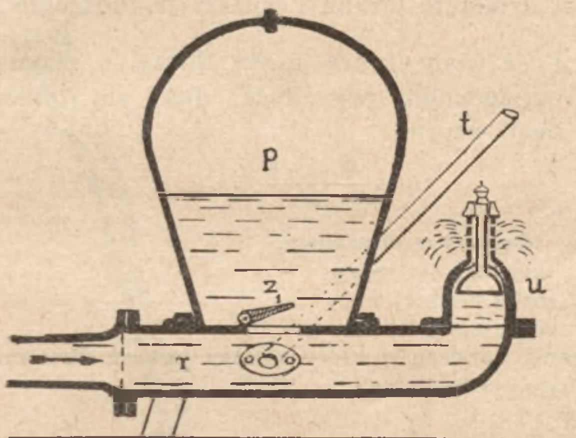
Taran wodny jest to przyrząd, służący do automatycznego podnoszenia wody na pewną wysokość przez wykorzystanie t. wz. kinetycznej energji wody bieżącej.

Pierwszy taran był wynaleziony przez Mongolfjera, który wypadkowo zauważył, że t. zw. kinetyczna energja (żywa siła), znajdująca się w wodzie płynącej w rurze, może wskutek raptownego zatrzymania jej biegu, być zużyta na podniesienie pewnej

ilości wody w innej rurze nawet wyżej od wysokości ciśnienia, powodującego bieg wody.

**Zasada działania taranu**

Wyobraźmy sobie, że woda znajdująca się w zbiorniku wylewa się przez rurę, na której jest pionowa rurka mniejszej średnicy. Jeśli zamknąć raptownie końcowy wylot rury, to płynąca woda pod wpływem energji ruchu (energji kinetycznej) otrzymuje uderzenie t. zw. wsteczne i podnosi wodę w rurce wyżej od linji poziomu.




rys. 60

Na tej zasadzie zbudowany jest taran wodny, którego szematyczne urządzenia przedstawia rysunek 60.

**Działanie taranu wodnego**

Woda z jakiegokolwiek źródła (z potoku, rzeki, lub innych zbiorników), płynie po rurze, na końcu której jest zawór uderzeniowy (u). Przy nieco silniejszym wypływie woda podnosi zawór i ten zamyka wylew. Wtedy płynąca dalej woda w rurze (r) otrzymuje raptowne uderzenie wsteczne, które podnosi zawór (z) w powietrzniku (p) i wlewa się doń, powodując podnoszenie się wody w rurze tłocznej (t), wychodzącej z tego powietrznika do góry, aż do tego momentu, póki nie nastąpi równowaga t. j. zanim poziom wody w zbiorniku i rurze tłocznej (t) nie stanie na jednym mniej więcej poziomie. Wtedy zawór uderzeniowy (u) otwiera się, a zawór w powietrzniku (z) zamyka się. Pod wpływem wzmaga-

jącego się wypływu znów zawór uderzeniowy się zamyka i powoduje w dalszym ciągu powyżej opisany proces, który znów podnosi wodę w rurze tłocznej (t) jeszcze wyżej i t. d. aż póki ta nie zacznie się wlewać i napełniać wyżej położony zbiornik.

Powietrze zgęszczone, znajdujące się w powietrzniku (p), reguluje uderzenia wsteczne wody i wyciska wodę w rurze tłocznej coraz wyżej aż do górnego zbiornika położonego nieraz znacznie wyżej od źródła wody.

Im silniejszy jest bieg w rurze (r) wody, tem intensywniejsze i szybsze jest działanie taranu i wyższe podnoszenie wody.

**Określenie ilości wody** Ilość wody, którą taran tłoczy w ciągu minuty na odpowiednią wysokość, daje się obliczyć według nast. wzoru:

$$q = \frac{W.\ Q\ h}{H}, \text{ gdzie}$$

$q$ — ilość wody tłoczonej w litrach/min.
$Q$ — „ „ roboczej (bieżącej)
$h$ — wysokość spadu bieżącej wody
$H$ — „ podnoszenej (tłoczonej wody)
$W$ — współczynnik sprawności, który zależny jest od obu wysokości $h$ i $H$ i według Eytelwein'a wynosi:

| przy $\frac{H}{h}$ = | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $W$ = | 0,92 | 0,84 | 0,72 | 0,56 | 0,43 | 0,32 | 0,23 |

Przy określonej ilości litrów wody na minutę, przypływającej ku taranowi, ilość podnoszenej na pewną wysokość, wyraża się że według Heinemanna w % w zależności od stosunku $H$ do $h$ w nast. tablicy:

| $\frac{H}{h}$ = | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| $q$ = | 40% | 18% | 11% | 7% | 4% |

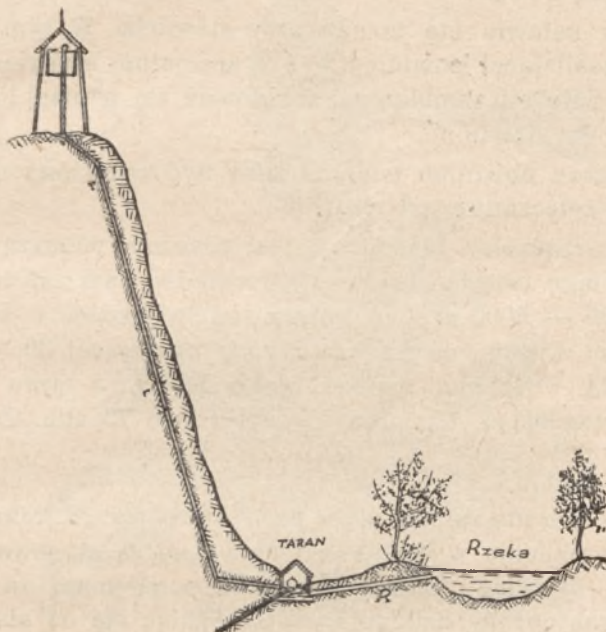
Jeśli naprz. przypływa ku taranowi 200 litrów ($Q = 200$) wody na minutę z wysokości 3 metrów ($h = 3$), to ona będzie w stanie podnieść na 6 metrów wysoko — 80 litrów na minutę: na 12 m. — 30 litr. na 18 m. — 22 litr., na 24 m. — 14 litr. i na 30 m. — 8 litrów.

Widzimy z powyższego, że wysokość podnoszenia wody ma niezmiernie wydatny wpływ na jej ilość.

Na sprawność działania wodnego taranu wpływa również stosunek wysokości spadu płynącej wodc ($h$) do długości rury dopływownej, który powinien wynieść 1 : 3 — 1 : 5, przyczem $h$ musi być nie mniejszy niż 1 m. Przyczem średnica rury tłocznej ($d$) zwykle tu jest dwa razy mniejsza od średnicy rury zasilającej $D$, czyli $d : D = 1 : 2$.

Ponieważ jednak taran wodny działa samoczynnie i bez dłuższych przerw, przeto przy dostatecznie silnym i obfitym przypływie w ciągu kilku, kilkunastu godzin jego praca daje bardzo wydatne rezultaty w postaci gromadzenia znacznej ilości wody na pożądaną wysokość.

Dla podniesienia większej ilości wody na pewną określoną wysokość, urządza się kilka taranów połączonych z sobą o ile, ma się rozumieć, rozporządzamy odpowiednią ilością roboczej




rys. 61

(dopływającej) wody z odpowiednią jej szybkością. Największy taran może dać około 600 litr. wody na godzinę na kilka metrów.

**Trwałość taranu** Taran jest b. prosty i rzadko kiedy się psuje. Jedynie ulega wyrobieniu przez ciągłe tłuczenie zawór uderzeniowy, który łatwo się zamienia.

Taran stale działa bez przerwy i prawie nie wymaga nadzoru. Przerwa następuje tylko wtedy, jak się zbije zawór uderzeniowy lub gdy wszystkie powietrze w powietrzniku rozpuści się w wodzie i ta wypełni cały zbiornik (powietrznik).

Dla napełnienia wtedy zbiornika powietrzem, u góry znajduje się specjalny szczelny kurek. Niektóre tarany nowszego systemu mają specjalne urządzenia do automatycznego napełniania powietrzem.

Rysnnek 61-y pokazuje urządzenia taranu i instalacji całej w przekroju. Po prawej stronie widać przekrój rzeki, od której prowadzi do taranu rura. Po lewej stronie na górze znajduje się zbiornik, dokąd taran tłoczy wodę, wprowadzany w ruch jak widać, wodą bieżącą z rzeki.

Często ustawia się tarany przy stawach. W tym wypadku wlot rury zasilającej powinien być w specjalnej studzience zabezpieczającej rurę od zamulenia, i znajdować się poniżej linji zamarzania wody w stawie.

Sam taran powinien podczas zimy być ustawiony w budynku dobrze zabezpieczonym od mrozów.

Koszt urządzenia taranu nie jest znaczny: większą część wydatków pociąga urządzenie rur i zbiorników; sam zaś taran kosztuje od 500 — 5000 zł., co zależy od wielkości i wydajności. Naprz. koszt taranu o przekroju rury zasilającej 30 — 35 mm. i tłocznej 14 — 18 mm. wynosi około 600 zł., a taran duży, mający rurę zasilającą 150 mm. ⌀, a tłoczną 75 mm. ⌀, kosztuje około 4500 zł.

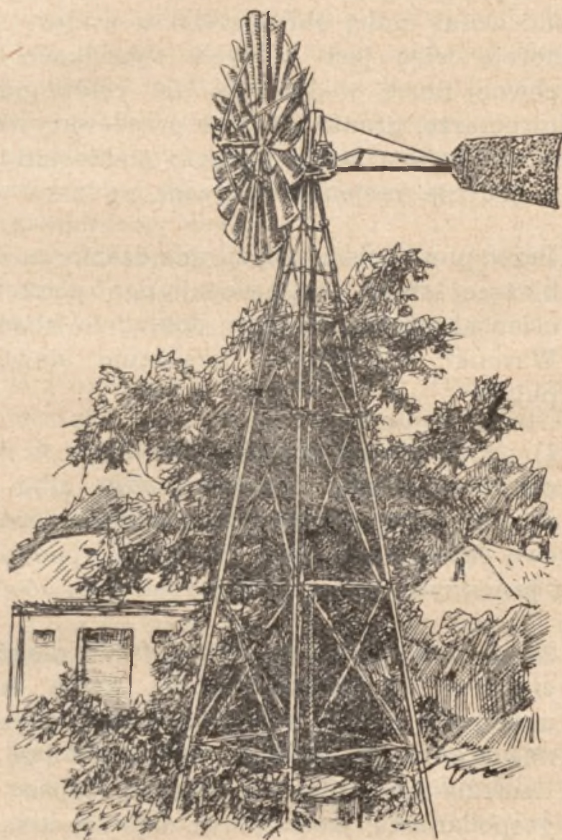
**Systemy taranów**

Tarany są budowane paru systemów: „Eureka, „Hulda“; obecnie w Niemczech najwięcej są stosowane tarany systemu „Loh“. Wszystkie one mają za podstawę wyżej opisaną zasadę działania, mało różniąc się od siebie.

Po opisaniu wszystkich powyższych przyrządów, służących do wydobywania wody ze studni i innych zbiorników i do jej podnoszenia na odpowiednią wysokość, przechodzimy teraz do bardzo ważnego działu niniejszej pracy, do urządzenia stawów; ważnego, albowiem w wielu miejscowościach naszego kraju mamy doskonałe a niewyzyskane jeszcze tereny, nadające się do zakładania stawów, które nie tylko będą wstanie dawać dużą ilość wody w wopadkach pożarów i służyć do potrzeb gospodarczych, lecz i mogą przynosić znaczne dochody dużym osiedlom w postaci racjonalnie prowadzonej rybnej gospodarki. Ale jeszcze parę słów o sile napędowej pomp.

## Napęd dla pomp.

Przeglądając różnego rodzaju pompy, widzieliśmy, że *napęd* stosowany do poruszania pomp jest bardzo różnoraki; a więc *ręczny, konny, parowy* (Wortingtona), *wodny* (taran). Nieraz używana jest do pompowania wody *siła wiatru, energja elektryczna* i wreszcie *silniki spalinowe.* Tu pragnę wspomnieć o sposobie stosowania do pomp siły wiatru.



rys. 62

W użyciu są u nas przeważnie wiatraki t. zw. amerykańskie, jak widzimy na rys. 62-m. Wiatrak posiada specjalny ster (ogon), który stawia zawsze koło wiatraku naprzeciw wiatru, a korbowód, łączący wał wiatraka z tłoczyskiem pompy, pracuje ze znaczną nieraz energją.

## 5. Stawy

**Małe wody bieżące**

Jest w Polsce bardzo wiele osiedli, znajdujących się przy niewielkich rzekach lub strumykach, które są obfite w wodę na wiosnę lub po ulewnych deszczach, latem zaś wysychają albo też ledwie się sączą.

W miarę wyrąbywania lasów, tej naturalnej ochrony wód i zbiorników wilgoci, rzeczki i strumienie z roku na rok stają się coraz płytszemi, coraz mniej obfitującemi w wodę.

Koniecznością więc jest w tych wypadkach zatrzymanie w osiedlach pewnej ilości wody, aby dla celów gospodarczych, jak pojenie inwentarza, pranie i t. p., a przedewszystkiem na wypadek wybuchłego pożaru, wody tej było poddostatkiem. Zadanie wypełnić może jedynie racjonalnie urządzony staw (lub stawy).

**Warunki dla urządzenia stawu**

Przed powzięciem decyzji urządzenia na danej wodzie bieżącej stawu, odpowiadającego potrzebom danego osiedla, należy przedtem dokładnie zbadać warunki. Warunki, sprzyjające urządzeniu stawu są następujące:

**Obecność wody**

1) *Strumyk lub rzeczka*, obfitująca w wodę, szczególnie na wiosnę lub też *źródło*, albo cały szereg źródlisk, zapewniających zasilanie projektowanego stawu wodą swą choćby od czasu do czasu (podczas roztopów wiosennych i jesiennych, podczas ulewnych deszczów).

**Odpowiedni teren**

2) *Doliny, kotłowiny, łączki, błota, nieużytki nizinne*, ciągnące się wzdłuż rzeczki, które mogą ułatwić urządzenie stawu, a jednocześnie zamienić owe nieużytki lub kwaśne, błotniste łąki na staw, z którego ma przyjść pożytek dla osiedla nie tylko w postaci zapasu wody, lecz i z rybnego gospodarstwa, jakie nieraz daje się urządzić, o czem będzie mowa dalej.

**Rodzaj podglebia**

3) *Nieprzepuszczalność gruntu i poglebia* większa lub mniejsza, od której głównie zależy możność utrzymania w stawie wody. Zazwyczaj bowiem od $^1/_2$ do $^2/_3$ zgromadzonej w stawie wody ginie przez wsiąkanie jej w ziemię, a częściowo przez parowanie.

4) *Możliwość spiętrzenia wody* bez szkody dla łąk i gruntów położonej w górze rzeczki.

**Badania podglebia w terenie**

Przy wyborze więc miejsca pod przyszły staw należy dokładnie zbadać ziemię, a zwłaszcza rodzaj podglebia, na całej powierzchni, którą ma zająć staw. Powierzchnię rozlewu wody i uformowania się brzegów stawu oraz zapewnienie możliwości spiętrzenia wody bez strat dla sąsiadów, określić można za pomocą niwelacji. Tu trzeba powołać specjalistę, który przez dokładne zniwelowanie terenu pod projektowane stawy, będzie mógł należycie oznaczyć obrysy stawów, określić poziom w nich wody, zaprojektować poszczególne groble, mnichy, przelewy, zabezpieczenie stawów podczas przyboru wód przez urządzenie t. zw. kanału burzowego i t. p. czyli opracuje cały projekt zamierzonej meljoracji.

Przedewszystkiem należy zwrócić się do Wydziału Prewencyjnego Powsz. Zakładu Ubezpieczeń Wzaj., który w tych sprawach posiada specjalistów i udziela na inwestycje pożyczek.

**Próbne doły**

Po określeniu zarysu przyszłego stawu, należy wzdłuż i w poprzek na obranem miejscu co kilkanaście, kilkadziesiąt metrów wykopać próbne dołki na $1^1/_2$ — 3 metr. głęboko i zbadać rodzaj podglebia. Jeśli tam okaże się ziemia zwarta, naprz. glina, to wskazuje, że miejsce pod staw jest odpowiednie i że woda będzie się w stawie dobrze trzymać. Jeżeli natomiast podglebie jest piaszczyste, marglowate — kredowe i t. p., to lepiej w tem miejscu stawu nie zakładać, gdyż tego rodzaju podglebie może całą gromadzną wodę przepuszczać.

**Świder uderzeniowy**

Kopanie dołów, zwłaszcza głębszych do 3 — 4 metr., pociąga za sobą pewien nakład robocizny i powoduje stratę czasu. Daleko lepiej i szybciej to zadanie spełni specjalny świder uderzeniowy.

Ten przyrząd składa się z żelaznego drążka około 1 — 2 m długiego 20 mm. $\varnothing$ (rys. 63). Na górnym końcu drążek ma ucho (o średnicy zewnętrznej mniejszej od średnicy (dolnej) szklanki), służące do wyciągania świdra za pomocą linki. Na dolnym końcu drążka jest odkuta t. zw. szklanka t. j. pusty stożek o rozmiarach: wysokość 250 mm, średnica u spodu 80 mm, u góry 60 mm.

Dolna krawędź szklanki jest zahartowana i nieco zaostrona. W bocznej ściance znajduje się otwór do oczyszczania wnętrza szklanki.

Ten świder doskonale nadaje się do badań podglebia w różnego rodzaju glinach, lessach, kredzie, piaskach, za wyjątkiem mokrych piasków.

Przy badaniu świder ustawia się pionowo i uderza się nim, rzucając z siłą w pionowym kierunku, podnosząc koniec dolny 700 — 800 mm nad ziemią. Aby próbny otwór nie wybaczał się lub nie wypadł zaduży, lepiej jest przy mniej wprawnych robotnikach wetknąć pionowo w badane miejsce kawał rury żelaznej o większej średnicy (100 — 120 mm).

Uderzywszy kilka razy, świder należy wyciągnąć i oczyścić wnętrze szklanki z ziemi; poczem znów czynić to samo dalej. Po zagłębieniu świdra w ziemię aż do ucha, należy przywiązać doń linkę, za którą potem przyrząd się wyciąga.

rys. 63

Po dojściu do żądanego podglebia, bierze się z wnętrza szklanki próbki ziemi.

**Próba przesiąkliwości podglebia**

Dla dokładnego zbadania stopnia przesiąkliwości gruntu na przyszłem dnie projektowanego stawu, należy parę wykopanych dołów napełnić wodą. Jeżeli w ciągu doby wody ubędzie niewiele, to miejsce nadaje się pod staw. W przeciwnym razie przy wsiąknięciu nawet tylko połowy wody, stawu w tem miejscu urządzać nie należy.

**Podniesienie nieprzesiąkliwości**

W prawdzie są sposoby — urządzenia den i boków stawu nieprzesiąkliwemi, polegające na tem, że albo nawozi się glinę i ubija warstwą kilkunastocentymetrową, albo też miesza się miałką glinę z wodą w stawie parokrotnie, przez co na dnie i zboczach osiada równomiernie jej warstwa nieprzesiąkliwa — lecz są to kosztowne sposoby, nadające się więcej do małych sadzawek.

## Roboty przy urządzeniu stawu.

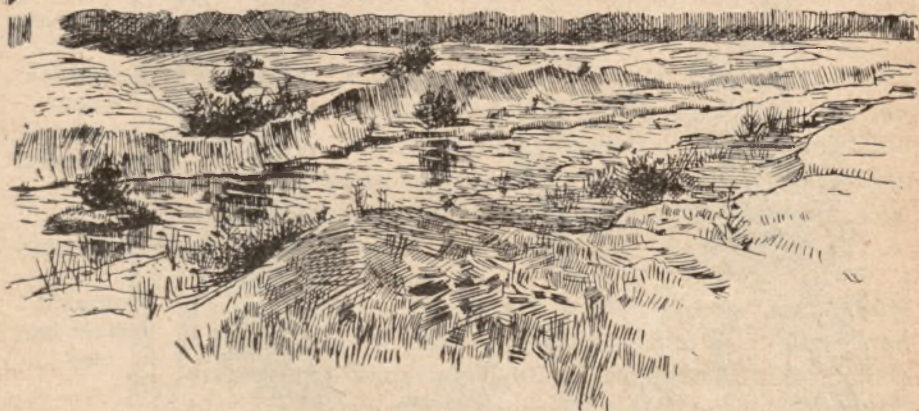
**Rodzaje robót**

Roboty przy zakładaniu stawu są następujące: badanie miejscowości i wybór miejsca; próbne doły

i niwelowanie; sporządzenie projektu; wytyczenie obwodów stawów, profili grobli; roboty ziemne; roboty ciesielskie przy urządzaniu upustów, mnichów, kaskad. mostów i dojazdów; wpuszczenie wody i zarybienie.

a) WYBÓR MIEJSCA POD STAW.

Przy wyborze miejsca, na którem mamy urządzić projektowany staw, należy się kierować następującemi danemi:



rys. 64

a) bliskiem sąsiedztwem budowli osiedla;

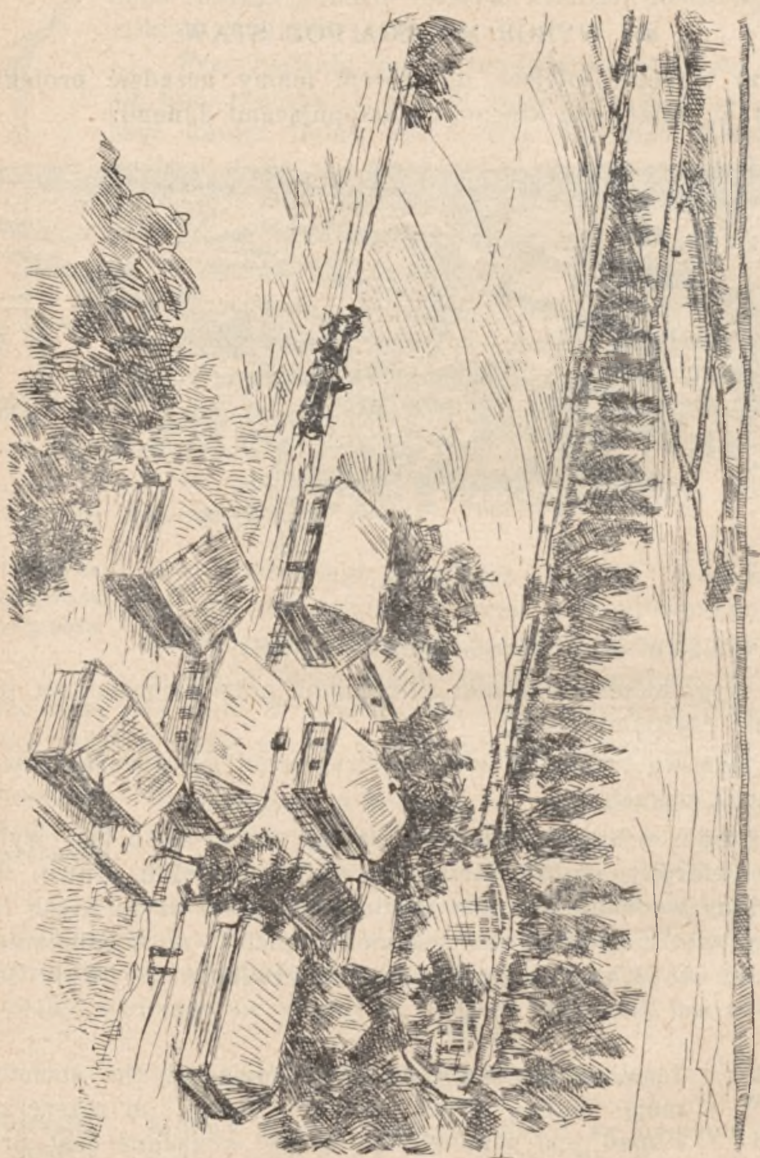
b) wygodnemi dojazdami i brzegami, pozwalającemi na bezpośrednie czerpanie wody;

c) możliwą obfitością wody i utrzymania jej podczas skwarnego lata i posuchy.

Jak było wyżej powiedziane, należy starać się o taki wybór miejsca, któryby umożliwiał opracowanie projektu stawu, aby podniesiona woda nie zatopiła urodzajnoch pól i użytecznych łąk. Najlepiej więc zaprojektować na nieużytkach i w wyżłobieniach gruntu lub na łąkach błotnistych i mokradłach, o ile te leżą w pobliżu wsi.

**Szereg stawów** Jeżeli zagłębienia gruntu, gdzie płynie strumień, mają brzegi, które to się zwężają, to rozszerzają i spad jest odpowiedni, wtedy wskazane jest urządzenie całego szeregu mniejszych stawów, ze stopniowanym coraz

niższym poziomem stawów, przedzielonych groblami. Przyczem te groble muszą być projektowane w miejscach, gdzie brzegi tej dolinki zbliżają się ku sobie, a stawy tam, gdzie brzegi leżą od siebie dalej, jak to widzimy na rys. 64-m.



rys. 65

**Zbliżenie wody do osiedla**

W razie pewnego oddalenia od osiedla miejsca, które nadaje się pod staw, należy poświęcić parę mórg łąk i nawet nieco pola i tak zaprojektować zamierzone urządzenie, aby woda w stawie możliwie zbliżyła się do osiedla, aby na wypadek pożaru beczkowozy nie potrzebowały zadaleko jeździć po wodę.

Chcąc uniknąć dużych strat przez zatopienie urodzajnego pola i łąki w pobliżu osiedla, można zaradzić przez przekopanie głębokiego rowu od stawu w stronę wsi, zakończonego małym zbiornikiem (dołem) (rys. 65).

**Zabezpieczenie wody od wysychania**

Aby woda w rowie nie wysychała i zawsze dopływało jej poddostatkiem, należy obsadzić ten od południowej strony gęstemi drzewami i krzewami i od czasu do czasu oczyszczać z wodorostów i oczeretów, a zwłaszcza rozszerzone zagłębienie, którem przy osiedlu kończy się ten rów.

**Osiedla nad nizinami**

Trudno jest tu przytaczać różne szeregi wypadków i warunków, w jakich wypadnie nieraz projektować stawy przy danych osiedlach. Na jedną tylko dodatnią stronę pragnę tu zwrócić uwagę, na okoliczność, sprzyjającą sporządzeniu projektów stawów, mianowicie: na pewien zwyczaj i dążenie mieszkańców do zakładania bardzo wielu u nas wsi i sadyb w pobliżu strumieni i rzeczek a również w sąsiedztwie łąk i nizin, co niezmiernie może ułatwić wykonanie zamierzonych przeciwpożarowych inwenstycji *).

## b) PRÓBNE DOŁY I NIWELACJA.

**Miejsca próbnych otworów**

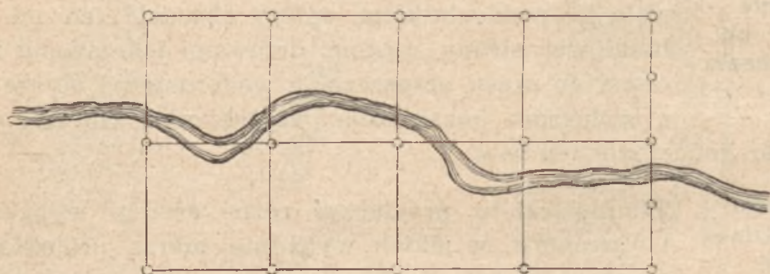
Przy przeprowadzaniu próbnych wierceń należy przyjąć pewną metodę i rozplanować te otwory tak, aby one mogły dać pewien całokształt projektowanego stawu. W miejscu, gdzie ma być założony staw, przeprowadzić trzeba jedną środkową linję (oś stawu), biegnącą po najgłębszem miejscu danej dolinki, łączki lub zagłębienia. Pozatem

---

*) Przy zakładaniu stawów, najlepiej jest podkreślam, zaprosić specjalistów oraz posiłkować się książkami fachowemi jak *„Gospodarstwo stawowe i zakładanie stawów“ M. Mizerskiego. Stawy wiejskie, budowa i użytkowanie inż. I. Sawaczgńskiego i inż. Wł. Waldera“. i t. p.*

prowadzi się jeszcze po jednej lub po dwie równolegle do tej osi linje z każdej strony.

Następnie wytycza się kilka linij poprzecznych: jedną w miejscu projektowanej grobli, drugą w pobliżu zamierzonej górnej granicy stawu i kilka równoległych pomiędzy niemi tak, aby odległość między temi linjami wynosiła 50 — 100 m. W miejscach przecinania się tych linij czyni się próbne wiercenia (rys. 66). Przyczem na linji, wytykającej przyszłą groblę, wierceń należy przeprowadzić o parę więcej: na obu brzegach strumyka, o ile ten przepływa przez obrane miejsce pod projektowany staw, aby dokładnie zbadać podglebie i podstawę pod przyszłą groblą.



rys. 66

Jeśli próbki ziemi wyjętej na głębokości 2 — 4 m z próbnych otworów wykażą glinę, lub zwartą ziemię nieprzesiąkliwą, to przystępujemy do robót niwelacyjnych.

Jeśli jednak rezultaty wierceń będą ujemne, wykazując podglebie przepuszczalne, piasek, torfiastą ziemię, less i t. p., to staw trzeba projektować w innem miejscu.

**Dodatnie warunki dla stawu**

Miejsce pod projektowany staw jest odpowiednie, gdy wiercenia wykazują, że:

1) Poziom gruntowych wód podnosi się po obu stronach naszego zagłębienia (rys. 67).

2) Poziom gruntowych wód podnosi się przy jednym brzegu, natomiast dno i drugi brzeg zagłębienia mają podglebie nieprzepuszczalne (rys. 68).

3) Woda, płynąca na dnie zagłębienia, znajduje się w warstwie wodonośnej, a dno pod nią i oba boki stanowią grunt nieprzepuszczalny (rys. 69).

4) Zagłębienie nie posiada wody, a oba brzegi i dno nieprzepuszczalne.

5) Zagłębienie ma nieco wody; grunt posiada przesiąkliwą niegłęboką warstwę, pod którą podglebie nieprzesiąkliwe formuje też zagłębienie (rys. 70).



rys. 67



rys. 68

6) Błotnista łąka, bagno, mokradło, znamionujące nieprzepuszczalność podłoża.

**Ziemie nieprzesiąkliwe i przesiąkliwe**

Ziemia próchnicowa, urodzajna, less, grunt piaszczysty, kredowy, marglowaty, mułkowaty — są to gatunki, łatwo przepuszczające wodę.

Gliniaste natomiast ziemie, tłuste czarnoziemy, kamieniste, zwarte piaskowe — są gatunki nieprzepuszczające całkiem lub bardzo niewiele wody.



rys. 69



rys. 70

Jednak spotykają się gliniaste pokłady, przez które woda nieraz przenika, a to wskutek pęknięć i szczelin lub żył znajdujących się w glinie. Nieraz różne zwierzątka, w rodzaju chomików, lub świstawów ryją głębokie korytarze i nory w pokładach gliny. Dla tego też ważnem jest próbowanie przez napełnienie niepewnych, budzących wątpliwości dołów wodą, jak było powiedziane wyżej.

Po ostatecznym wyborze miejsca pod staw ewent. pod stawy, przystąpić należy do dokładnego zniwelowania danego miejsca, co jest konieczne do sporządzenia projektu całego urządzenia.

## c) SPORZĄDZENIE PROJEKTU.

**Zadania stawów**

Przed przystąpieniem do sporządzenia projektu stawu musimy wiedzieć, do czego ma głównie służyć ta woda.

Ogólninie biorąc, stawy i sadzawki bywają urządzane w następujących celach:

1) dla gaszenia pożarów;
2) dla potrzeb gospodarczych: mycia statków, prania i kąpieli;
3) dla pojenia (i pławienia) inwentarza;
4) dla hodowli ryb;
5) dla moczenia lnu i konopi;*)
6) dla potrzeb przemysłowych (gorzelnia, cukrownia).

Nas najwięcej obchodzą potrzeby obrony przeciwpożarowej. Jednak oprócz tego najważniejszego zadania, należy brać pod uwagę dążenia do zaspokojenia innych potrzeb, a więc w pierwszej linji gospodarskich, jak pojenie inwentarza, mycie i pranie, a zarówno pewnych zarobków, jakie można osiągać z hodowli ryb.

Jeśli ten ostatni wzgląd nie jest czynnikiem decydującym, i projektowany staw ma być niewielki, tylko do potrzeb gospodarskich i do gaszenia pożarów, to wtedy musimy obliczyć w przybliżeniu jego pojemność.

**Obliczenie rozchodu wody**

W ostatnim wypadku trzeba wziąć pod uwagę ilość sadyb w danem osiedlu, a również obliczyć ilość żywego inwentarza, koni, krów, drobne zwierząta przychówku, które będą korzystać z wody ze stawu.

Liczyć należy, że na 1 konia na dobę potrzeba 50 litr. wody.
1 krowę „ „ „ 35 „ „
drobne żwierząta „ 15 „ „

Na jedną osadę liczy się 500 — 600 litrów na dobę.

Mając te dane, możemy obliczyć w ciągu roku rozchód wody.

**Przykład obliczenia**

Przypuśćmy, że dana wieś liczy 60 gospodarstw.
Ilość koni na wsi wynosi 90 sztuk, ilość bydła 150, nierogacizny, owiec, cieląt i t. d. 250 sztuk.

Ilość wody ($Q$) dla wszystkich potrzeb wsi w ciągu roku będzie następująca:

$$Q = 365 . (600.60 + 50.90 + 35.150 + 15.250) = 18.067.500 \text{ litr.}$$

$$\text{czyli} \sim 18.000 \text{ m}^3 \text{ wody.}$$

---

*) Do moczenia lnu i konopi urządzają się sadzawki i doły zdala od zagród z powodu złego odoru przy moczeniu tych roślin.

Chociaż przy roztopach wiosennych przybywa znaczy zapas wody, a również na jesieni deszcze przynoszą też dużą ilość wody, więc przy obliczeniu można by zredukować otrzymaną z obliczenia ilość wody, jednak nie czynimy tego, bo musi być jakiś zapas w obliczeniu. Oprócz tego należy przyjąć na wszelki wypadek, że podłoże stawu może być nieco przesiąkliwe, a upały letnie spowodują wyparowywanie wody. Jak wiadomo, te oba czynniki powodują straty od $^1/_8$ po $^2/_3$ całej ilości.

Biorąc to wszystko pod uwagę, należy przyjąć $^1/_2$ ilości na te straty i dodać więc 50% otrzymanego obliczenia.

Zatem ilość wody w projektowanym stawie musi być

$$Q' = 18.000 \, . \, 1{,}5$$

$$Q' = 27{,}000 \text{ m}^3.$$

Przy stawie liczącym średnio średnio głębokość 2 m powierzchni stawu wyniesie 13.500 m².

Jeśli staw ma średnią szerokość 80 m, to długość jego musi wynieść 170 m.

Staw może być różnej głębokości. 1 — 2 — 3 m, co zależy od profilu doliny, na której jest staw urządzony. Jeśli projektowane jest zarybienie stawu, to lepiej, gdy ten jest płytszy: 1 najwyżej $1\,^1/_2$ m głębokości.

Powyższe obliczenie zastosowane musi być wtedy, gdy przez staw nie płynie większa rzeczka lub potok. W przeciwnym wypadku, jeśli mamy do czynienia z rzeczką niewysychającą i latem, wtedy pojemność stawu może być znacznie (do połowy) mniejsza.

Mając ilość potrzebnej wody i przyjmując odpowiedni teren głębokości, możemy otrzymać powierzchnię stawu, posiłkując się danemi profilami i wastwicami, któreśmy otrzymali z niwelowania; możemy mniej więcej określić granice danego stawu lub stawów i nakreślić stosunkowo dosyć dokładnie owale stawów i granic oraz linje grobli ewent. grobel.

W sporządzonym projekcie muszą być dokładnie obliczone i nakreślone profile i przekroje tych grobel.

## d) OKREŚLENIE PROFILÓW GROBLI.

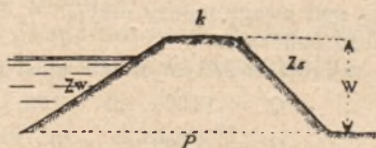
**Rodzaje grobli i przeznaczenie**

W stosunku do przeznaczenia groble bywają dwojakiego rodzaju: *utrzymujące wodę w stawie i podnoszące lub obniżające poziom wody.*

Pierwszy rodzaj przedstawiają groble stałe, „głuche“, zazwyczaj sporządzane z nasypów ziemnych.

Drugiego rodzaju groble mają ruchome przegrody, które to są podnoszone, to opuszczane lub też zakładają się i odejmują przegrody w postaci desek i służą głównie do regulowania irygacji (i jako śluzy również w kanałach spławnych).

Do naszych stawów mogą znaleść zastosowanie tylko groble ziemne stałe.




rys. 71

**Rodzaje grobli w stosunku do tworzywa**

W stosunku do materjału, z którego są groble budowane, dzielą się one na: 1) ziemne; 2) ziemne faszynowe; 3) drewniane z ziemnem wzmocnieniem; 4) ziemne ze wzmocnieniem z kamieni; 5) murowane z kamieni; 6) betonowe; 7) żelbetowe;

**Części grobli**

Ziemna grobla ma nast. swe podstawowe części: (rys. 71), podeszew, podstawę (p); koronę (k); zbocze wodne (z w), pochylenie grobli od strony wody; zbocze suche (z s), pochylenie od strony suchej; wysokość korony od lustra wody; wysokość grobli (w), pionowa odległość korony grobli od podstawy jej (od dna stawu).

**Korona**

Szerokość korony grobli zależna jest od przeznaczenia grobli, od wielkości i głębokości stawu i wysokości grobli. Groble, przeznaczone do przejazdu muszą mieć minimum 2,5 m szerokości do 4 m, a nawet 6 m; na groblach zwykłych do przechodzenia, norma bywa od 1—2 m szerokości.

**Zbocza**

Zbocze wodne zazwyczaj jest mniej strome niż zbocze suche, gdy zbocze pierwsze ma pochyłość zwykle 1 : 2, 1 : 3 t. j. szerokości pochyłości trzy razy większa od wysokości, to zbocze suche ma pochyłość 1 : 1 do 1 : 2, średnio 1 : 1,5. Stosunek ten zależy od ziemi, z której usypana ma być grobla i zwykle się oblicza, co zobaczymy poniżej.

**Kąt pochylenia zbocza**

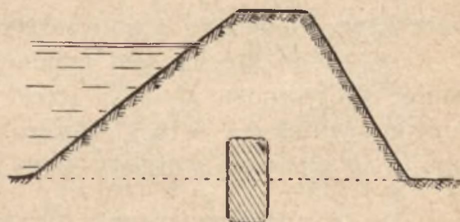
Kąt pochylenia zbocza grobli zależy od materjału, z którego dana grobla jest budowana.

Im materjał jest więcej zwarty i nielękający się rozmycia, tem kąt jest większy i odwrotnie przy słabym sypkim materjale kąt musi być mniejszy.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Przy | grobli | z kamieni i drzewa | | kąt | będzie: | 70° — 90° |
| „ | „ | z cegły | | „ | „ | 60° — 70° |
| „ | „ | z twardej gliny | | „ | „ | 45° — 50° |
| „ | „ | z lżejszej | „ | „ | „ | 40° — 42° |
| „ | „ | „ | „ z piaskiem | „ | | 35° — 37° |
| „ | „ | z piasku gruboziaznist. i żwiru | | | | 30' — 35° |
| „ | „ | z ziemi piasczystej ciężkiej | | | | 28° — 30° |
| „ | „ | „ | „ lżejszej | | | 25° — 26° |

**Wysokość grobli**

Wysokość grobli zależy od głębokości stawu i powinna wznosić się o wysokość korony po nad najwyższe lustro wody.


rys. 72

Ta ostatnia wielkość dla mniejszych stawów i niższych grobli przyjmuje się minimum 0,7 m, lepiej 1 m; dla dużych stawów i wysokich grobli 1,5—2 m. Jeśli staw ma przy grobli 3 m głębokości, to grobla powinna mieć wysokość 4 m. Przy głębokości wody 6 m w stawie większym, wysokość grobli wyniesie 7,5 do 8 m.

**Podstawa grobli**

Podstawa grobli zależy od rodzaju ziemi, z której grobla jest usypana, od głębokości stawu, od szerokości korony. Dla większych i głębszych stawów zazwyczaj podstawa musi być obliczona, co już jest sprawą zaangażowanego hydrotechnika.

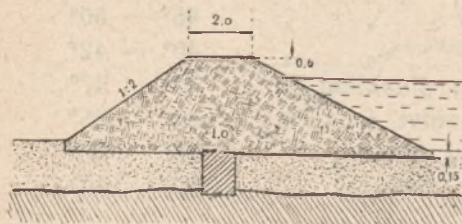
Ma się rozumieć, że szerokość podstawy zależy od rodzaju ziemi, z której sypana jest grobla. Im więcej zwartą jest ziemia, tem podstawa może być węższa.

**Zamek w grobli**

Przy niepewnym, co do ścisłości i nieprzesiąkliwości, gruncie i ziemi, z której ma być sypana grobla, niektórzy specjaliści radzą urządzać t. zw. zamek, zapobiegający przesiąkaniu wody przez mniej ścisłą groblę. Zamek

ten robi się ze ścisłej gliny i wchodzi pod podstawę grobli jak widać na rys. 72-m.

Nieraz bywają urządzane w grobli dwa zamki. Tego rodzaju urządzenia mają swych przeciwników, twierdzących, że, wprowadzenie do grobli dwóch odmiennych gatunków ziemi wpływa ujemnie na jej ścisłość przy osiadaniu ziemi i że daleko praktyczniej w razie nieścisłości ziemi w grobli, usypanie warstwy z gliny na zboczu od strony wody.



rys. 73

Zamek powinien być przynajmniej 1 m grubości i zapuszczony poniżej niepewnego podłoża, jak to widzimy na rys. 72-m.

**Zagłębienie** Podstawa grobli zazwyczaj bywa zagłębiona w grunt, na którym jest sypana. Czyni się to przez oczyszczenie całego pasa ziemi z krzewów, pni, darni, kępin, wykopanie na jakieś 0,1 — 0,3 m szerokiego wgłębienia, w które nasypuje się pierwsze warstwy ziemi (rys. 73).

## e) WYTYCZENIE OWALU STAWU I GROBEL.

Po sporządzeniu projektu stawu ewent. stawów i po obliczeniu wszystkich grobel co do ich wysokości i szerokości, po określeniu na zasadzie niwelacji miejsc wykopów i pogłębień, — przystąpić należy do wytyczenia owalu przyszłego stawu i wszystkich tych miejsc, gdzie mają być prowadzone roboty ziemne.

**Wytknięcie granic stawu** Czyni się to za pomocą kołków i tyczek, któremi oznacza się granicę stawu. Na tych kołkach i tyczkach oznacza się rysą poziom przyszłej korony grobli i ewent. poziom lustra najwyższego poziomu wody.

Na rys. 74-m widzimy w perspektywie część wytyczonego owalu stawu i rysy na tyczkach, do których mają być usypane groble.

**Profile grobel bocznych** Dla dokładnego wykonania ziemnych robót przy sypaniu grobel i lepszej orjentacji robotników, praktycznie jest w kilku miejscach projektowanej grobli

sporządzić z żerdzi profil grobli w danem miejscu, jak tu widzimy na tymże rysunku.

W pobliżu miejsca, gdzie grobla wskutek obniżenia się lub podwyższenia terenu przybiera inną formę, muszą być postawione dwa profile, aby ułatwić orjentowanie się ludzi sypiących groblę.



rys. 74

**Profile grobli głównej**

Ma się rozumieć, że główna grobla, idąca w poprzek u głowy projektowanego stawu, łącząc obie wyniosłości, oba brzegi, — musi być dokładnie wytknięta i sprofilowana w kilku miejscach, a szczególnie przy zamierzonym przelewie i śluzie, o czem będzie mowa poniżej.

**Sprawdzanie wytyczenia**

Po dokończeniu wytknięcia kołkami granic przyszłego stawu, sprofilowaniu wszystkich grobel, głównej i bocznych, po określeniu miejsca wykopów, zagłębień, należy dokładnie sprawdzić przy pomocy niwelatora i łat dokładność określonego poziomu, koron projektowanych grobel i jeszcze raz przeliczyć ilość potrzebnej ziemi na groblę, i głębokość oraz powierzchnię pogłębień, skąd ma być brana ziemia na owe groble.

W celu możliwych oszczędności należy przy sporządzaniu projektu, dążyć do tego, aby owe wykopy były zaprojektowane jaknajbliżej grobli.

## f) SYPANIE GROBLI I ROBOTY ZIEMNE.

**Materjał na groble**

Na się rozumieć, że podstawowym materjałem na nasze groble jest ziemia.

Ziemia do sypania grobel jest bardzo dobra, gdy posiada 60 — 65%/o piasku i 35 — 40% gliny. Większa zawartość gliny czyni ziemię więcej zsychającą się, a przy wilgoci znacznie pęczniejącą, co wywiera ujemny wpływ na bryłę grobli.

Gdy niema odpowiedniej ziemi, a jest na miejscu naprz. tylko piasek i torfowata ziemia, wtedy można poradzić, bijąc pośrodku projektowanej grobli szereg pali ewent. palików ściśle jeden obok drugiego, przyczem wierzchołki tego ogrodzenia muszą być na równi z projektowanym poziomem wody. Poczem całą groblę usypuje się z piasku, a zbocze od strony wody pokrywa się warstwą torfiastej ziemi około 600 mm grub., która czyni zbocze stosunkowo dosyć odpornem na działanie wody i nieprzesiąkliwem.

Oprócz ziemi dodaje się nieraz faszynę, gałęzie, słomę, nawóz, kamienie; przyczem gałęzie, faszyna, słoma i nawóz stanowią wiążącą część grobli. Przy dużej ich domieszce zbocza można otrzymać więcej strome i groblę węższą, mniej kosztowną.

**Pale** Do wzmocnienia grobli, szczególnie głównej stosowane bywają bardzo często pale. Użycie pali jest nieodzowne wtedy, gdy staw bywa zakładany na rzeczce bieżącej lub potoku.

**Budowa grobli na rzeczce** W tym wypadku po wykończeniu i nasypaniu wszystkich bocznych grobli i wzmocnień zamierzonych granic stawu, na końcu przystępujemy do przeprowadzenia głównej grobli.

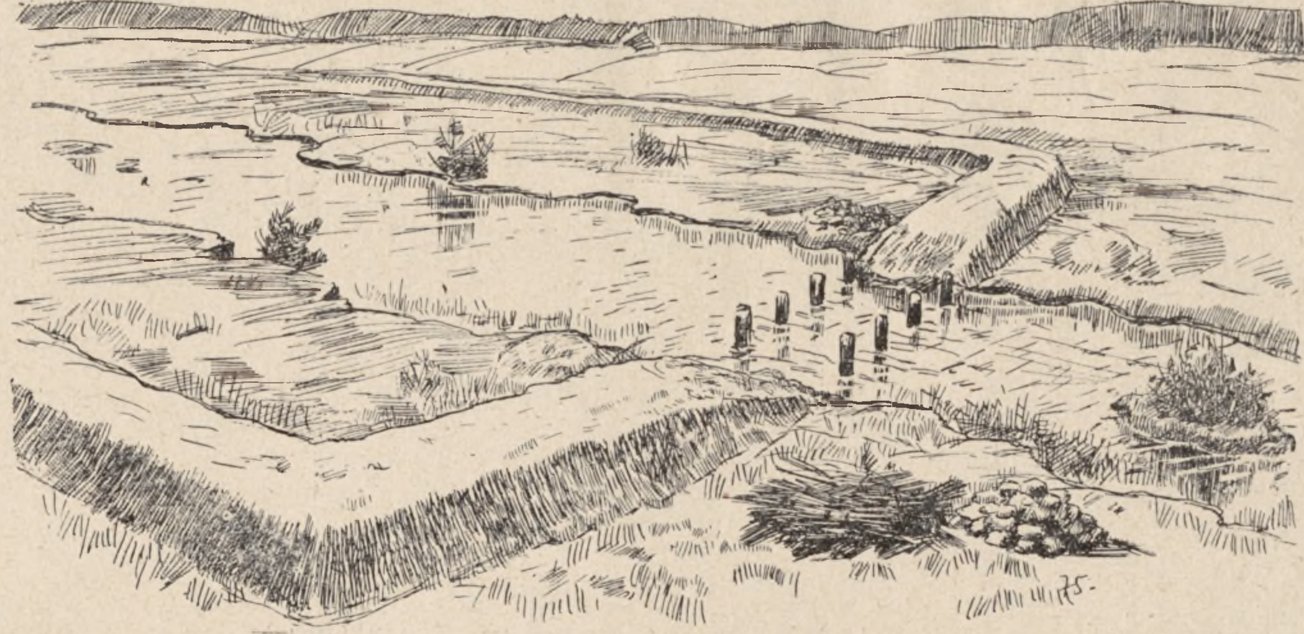
Po zprofilowaniu całego biegu głównej grobli, wbijają się, za pomocą dobni lub t. zw. baby, pale na obu brzegach rzeki i kilka par w dno rzeki, przyczem musi być wzięty pod uwagę t. zw. upust, który ma służyć do spuszczania nadmiaru wody, o ile to urządzenie jest projektowane, o czem będzie poniżej mowa. Czyli pale powinny być wbijane tak, aby mogły służyć do budowy upustu.

Następnie prowadzi się roboty ziemne na obu brzegach rzeczki i wykańcza się oba skrzydła grobli. (rys. 75)
Jeśli w miejscu koryta rzeczki ma być zbudowany upust wody przyszłego stawu, to przystępuje się do budowy tego urządzenia, o czem pomówimy w nast. rozdziale. Gdy zaś upust jest projektowany w innem miejscu, wtedy bierzemy się do budowy upustu, a potem do wykończenia grobli czyli zatamowania rzeczki i podniesienia w niej wody do żądanego poziomu i uformowania stawu.

Przy bystrym prądzie wody należy zawczasu przygotować na obu brzegach, przy obu wzniesionych skrzydłach grobli, dużą ilość materjału, jak ziemię gliniastą, pęki chrustu, słomę, kamienie, gałęzie, deski.

Na dany rozkaz większa ilość robotników, szybko zasypuje łożysko rzeczki ziemią, chrustem, przywalając kamieniami, bacząc, aby woda nie porywała materjału. Jedni muszą silnie rozrzucać ziemię, drudzy nakładać i ugniatać gałęzie, słomę; inni znów rzucać kamienie; przyczem dużą pomoc okazują deski ustawione na kant przed wbitemi w dno palami. Tym sposobem przy energicznej i szybkiej, a dokładnej wspólnej robocie środek grobli w krótkim czasie zostaje zasypany (rys. 76).

**Budowa przy większej rzeczce** Gdy rzeczka jest większa i obfita w wodę, a bieg tej jest bystry, wtedy należy na boku grobli niedaleko koryta rzeki urządzić zawczasu upust i skiero-



rys. 75

rować tam wodę rzeki. Wtedy takie zarządzenie ułatwi zasypanie koryta rzeki i dokładne wykończenie w tem miejscu grobli.

**Narzędzia do budowy grobli**

Najważniejszemi narzędziami przy budowie grobel są łopaty, kilofy (przy twardym gruncie), taczki, deski, po których toczone są taczki, siekiery do rąbania pali, gałęzi i chrustu, dobnie i baby.

Przy robotach ziemnych dużą pomoc okazać może t. zw. szufla amerykańska.

**Szufla amerykańska**

Gdy się prowadzi groblę, okalającą brzegi przyszłego stawu, w miejscach, gdzie poziom gruntu jest niższy od korony projektowanej grobli, a zawysoki w stosunku do dna, wtedy doskonałem przyrządem, ułatwiającem i przyśpieszającem robotę jest szufla amerykańska, założona w konie (rys. 77). Tą szuflą bardzo szybko wybiera się ziemię z miejsca wgłębienia i natychmiast się wyciąga na sypaną groblę.

**Ugniatanie ziemi**

Przy budowie grobel, gdy ziemia nie jest bardzo zwarta, należy starać się ubijać nasypane warstwy i ugniatać, aby otrzymać nasyp możliwie ścisły i nieprzesiąkliwy.

**Wzmacnianie faszyną**

W miejscach na projektowanym poziomie wody, gdy zachodzi obawa wymywania ziemi przez fale, jakie mogą powstawać na więkzych stawach podczas wiatrów, należy wzmocnić groblę faszyną, lub przez posadzenie odpowiednich roślin.

Niektórzy radzą obsadzać miejsca niepewne wikliną lub wierzbą. Nie jest to praktyczne, albowiem przy większym wietrze wysokie gałęzie, bujając na wszystkie strony, rozluźniają swemi korzeniami nasyp, a przytem dłuższe korzenie, zapuszczając się głębiej, sprzyjają zwiększeniu filtracji wody przez groblę.

Wzmacnianie niepewnego pasu grobli kamieniami przez brukowanie też okazało się niepraktyczne, ponieważ fale łatwo podmywały kamienie, które spełzały po pochyłości grobli, pozostawiając niepewne miejsce bezbronnem.

**Wzmacnianie krzewami**

Najpraktyczniejszym okazał się następujący sposób: Na wodnym zboczu grobli urządza się niewielki płotek



rys. 76

wysokości 1 m, pleciony z gałęzi, o 600 mm poniżej przyszłego poziomu wody.

Dla wzmocnienia plecionka ta przymocowana jest do zbocza plecionkami poprzecznemi co 2 metry (rys. 78). Po nasypaniu nieco ziemi urodzajnej pomiędzy plecionką a zboczem, zasadza się



Rys. 77.

paroma rzędami drobno-krzaczastą wikliną *(Salix viminalis, Salix purpurea, Saiix refens, Salix aquatica)*. Te gatunki drobnemi gęstemi korzonkami, szybko się rozrastającemi, wzmacniają groblę i doskonale chronią od rozmycia przez fale lub prądy, a plecionka, której zadaniem była ochrona młodych roślin od wymycia przez wodę, po paru latach (3 — 4) gnije i znika, lecz wtedy zasadzone rośliny już są dobrze rozwinięte i ochraniają groblę przez dziesiątki lat.

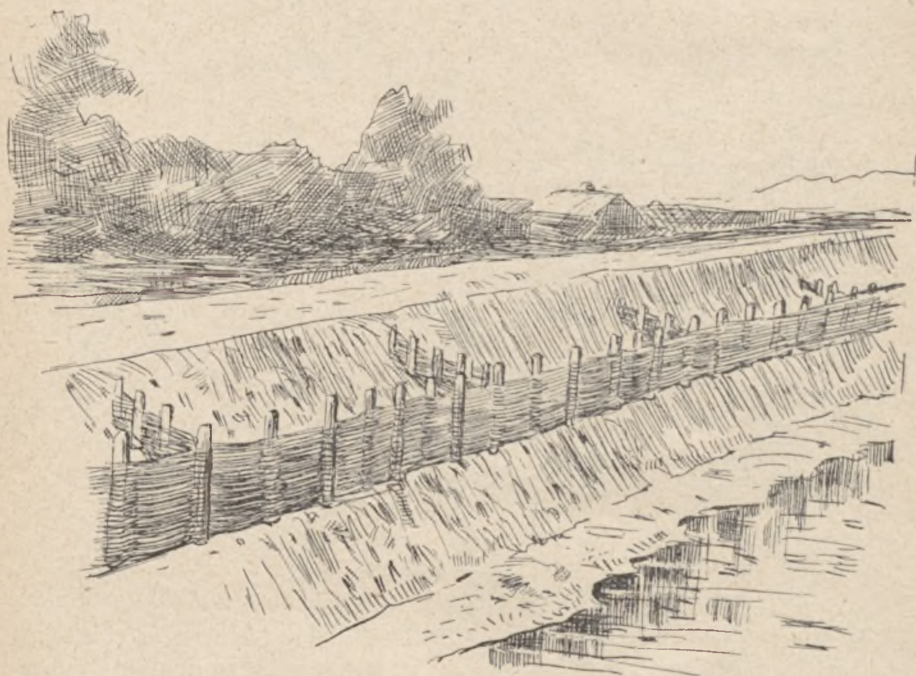
Co parę lat należy krzewy przycinać, pilnując aby zanadto nie wybujały.

## g) URZĄDZENIA KANAŁÓW, UPUSTÓW, ŚLUZ I MNICHÓW.

Pomówić tu musimy o urządzeniach ochraniających stawy od nadmiaru wody i jej rujnującego działania. Podczas roztopów wiosennych, gdy po śnieżnej zimie obfitującej w opady, pod

wpływem wiosennych ciepłych wiatrów i promieni słonecznych zaczną szybko topnieć zwały śniegu, woda przybiera wtedy nadzwyczaj szybko i przepełniając stawy, grozi rwącemi prądami zerwaniem i zniesieniem grobel i tam.

Raptowne nawałnice letnie i burze, niosące olbrzymie ilości wody deszczowej stają się również bardzo niebezpiecznemi dla



Rys. 78.

naszych urządzeń wodnych. Konieczne więc staje się zawczasu przewidzieć pewne środki ochronne, zabezpieczające nasze inwestycje od ruiny i zagłady.

To też w projekcie tych inwestycji zawsze muszą być przewidziane te środki i urządzenia zapobiegające katastrofie. Są to t. zw. *„kanały burzowe“* *) *i upusty.*

---

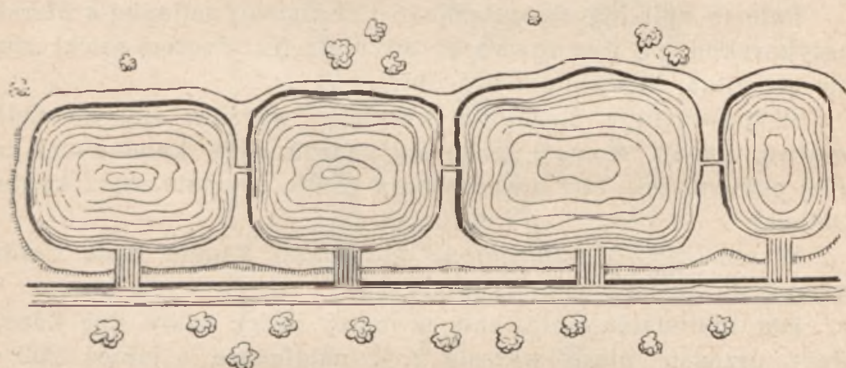
*) Nieraz się wydarza że stawy formują się nie na rzeczce, a obok tej i wtedy rzeczka gra rolę kanału burzowego, jak to widać na planie rybnych stawów w majątku Borki w Nowogródzkiem. (Rys. 106).

**Kanał burzowy**

Kanał burzowy bywa urządzany przeważnie przy stawach, gdzie prowadzone jest gospodarstwo rybne. W takim gospodarstwie zwykle jest kilka, kilkanaście stawów mniejszych, ciągnących się najczęściej jeden za drugim i położonych na pewnym spadzie, przyczem staw, położony wyżej, oddaje część wody stawowi położonemu niżej, ten następnemu itd. Stawy te mają w groblach niewielkie śluzy t. zw. mnichy, któremi regulowany bywa dopływ wody przez przelew wody z wyższego stawu do niższego.

Przy tego rodzaju łańcuchu stawów musi być obowiązkowo urządzony, równolegle biegnący, kanał burzowy znajdujący się tuż o parę metrów od tych stawów, przyczem każdy staw ma boczny upust, łączący dany staw z kanałem.

Rys. 79-ty przedstawia plan podobnego urządzenia, gdzie są upusty na szeregu stawów.



Rys. 79.

Upusty zwykle są urządzane dosyć szerokie i na jednym poziomie z maksimalnym poziomem danego stawu, aby szybko mogły wylewać do kanału nadmiar wody.

Kanał burzowy ma spad odpowiadający stopniowemu obniżaniu się gruntu, przyczem dno kanału w miejscu każdego upustu jest położone niżej, niż poziom danego upustu i doskonale wybrukowane.

Wogóle kanał burzowy powinien mieć i dno i obie boczne ściany, które mają pochyłość w stosunku 1 : 1 lub 1 : 2 ($45^0$ lub $60^0$), należycie umocnione dla zapobieżenia rozmyciu przez gwałtowny potok wody, przelewającej się w kanale podczas

nawałnicy, kiedy doń przybiera nadmiar wody ze wszystkich stawów.

Spad dna zwykle bywa około 1 : 10 — 1 : 20, co zależy od stopniowego spadu poziomów wody w obok leżących stawach.

I dno i obie boczne ściany na wysokości o jakiś metr od dna muszą być wzmocnione w nast. sposób. W dnie kanału, którego (dna) szerokość wynosi 1—2, a nieraz do 4 m, co zależy od wielkości i liczby stawów i spodziewanej ilości wezbranych wód, oraz w obu bocznych ścianach kanału na szerokości 1 — 2 m. od dna, wykopuje się małe skośne rowki, co jakieś 2 m. jeden od drugiego w jednym kierunku i w drugim. Rowki te przecinają się pod prostym kątem i są szerokości i głębokości 400 mm. W te rowki wbija się paliki metrowej długości o jakieś $^1/_2$ w jeden od drugiego, przyczem górny koniec każdego palika winien wystawać z rowka o 200 mm.

Pale te oplatają się gałązkami i chróstem, najlepiej z wierzby koszykarskiej, od dna rowku aż do wierzchu. Poczem rowki zasypuje się gliną, która musi być ubita.

W powstałe z plecionek kwadraty narzuca się, niewielką warstwą, nawóz, słomę i ściśle się zabrukowuje kamieniami najlepiej polnemi tak, aby powierzchnia bruku równała się z kantem plecionek.

W ten sposób wzmocnione dno i boki kanału będą bardzo wytrzymałe na rwące prądy wody.

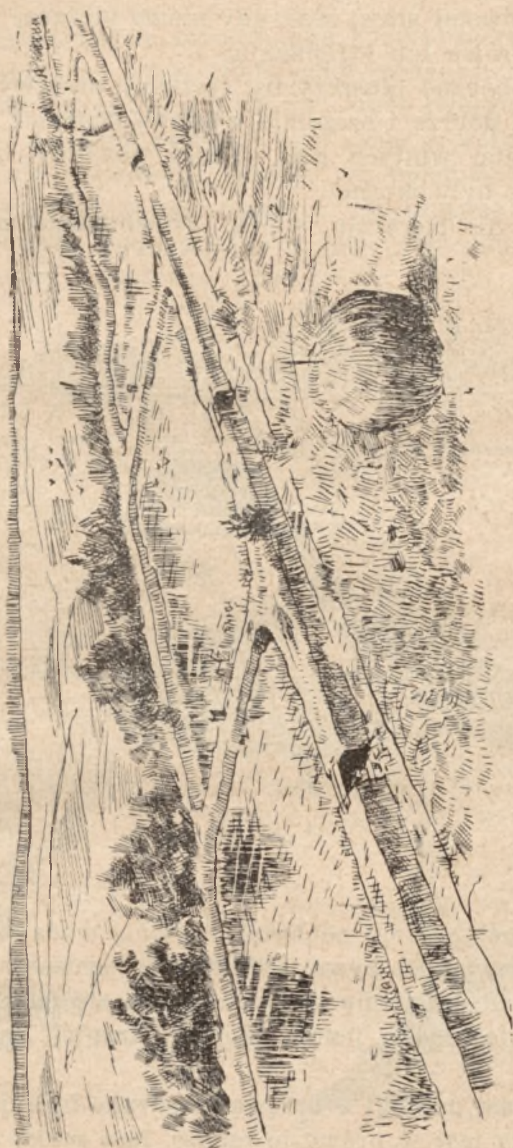
Dla ułatwienia spływania w małej ilości wody dno kanału należy urządzić nieco wklęsłe t. j. najgłębsze o jakieś 200 — 300 mm w środkowej linji.

Rys. 80-ty przedstawia perspektywiczny widok kanału burzowego, którego przeznaczeniem jest szybkie przyjmowanie i odprowadzanie wody, wlewającej się z szeregu stawów przez upusty podczas roztopów lub raptownych nawałnic.

Upusty te są tak samo budowane, jak i upusty burzowe w groblach pojedyńczych stawów.

**Upust burzowy**

Przy mniejszych lub pojedyńczych stawach urządzane są specjalne upusty burzowe w grobli głównej. Bywają one różnych form w zależności od materjału z którego są zbudowane, a więc: drewniane, murowane z kamieni, betonowe i żelbetowe.

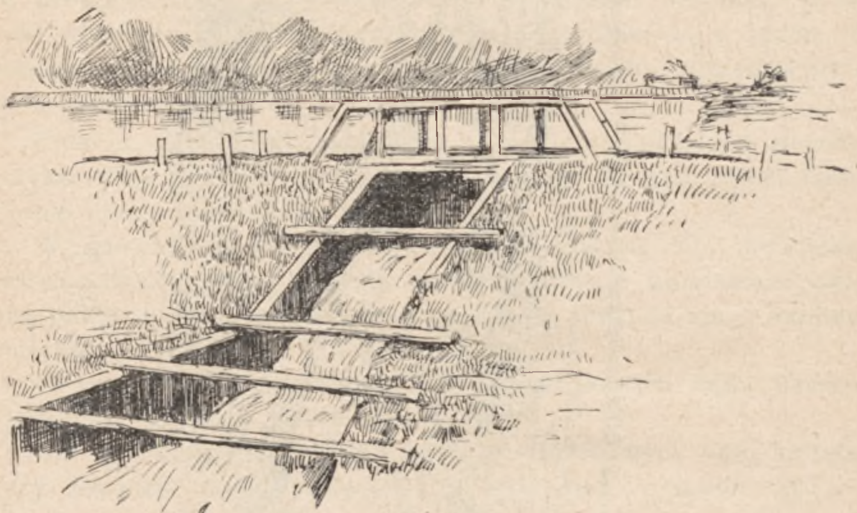


Rys. 80.

Do naszych stawów wiejskich najwięcej są stosowane upusty z drzewa, rzadziej murowane lub z betonu. Zwykle upust urządzony bywa w jednej płaszczyźnie poziomej z daną rzeczką, z której powstał staw, albo, gdy niema bieżącej wody, w głębszem miejscu parowu lub wgłębieniu.

Obie boczne płaszczyzny (ściany) przerwy w grobli i dno muszą być dobrze i szczelnie wysłane deskami, wpuszczonemi za szereg mocno wbitych pali. Deski powinny być połączone na wpust, aby były mocne.

Rys. 81 pokazuje widok drewnianego upustu z pochyłą podłogą*)



Rys. 81.

Zamiast podłogi pochyłej, z której woda bije nieraz bardzo mocno, urządzane bywa schodkowe spuszczanie wody, dzięki czemu impet uderzenia wody rozdziela się na kilka podłóg schodkowato ułożonych jedna poniżej drugiej, jak to przedstawia rys 82.

Zamiast podłogi z drzewa urządzane bywają schody z wiązek faszyny, co jest w prawdzie tańsze, lecz mniej trwałe.

---

*) Nie podaję tu szczegółów urządzeń upustu, gdyż to Szanowni Czytelnicy znajdą w specjalnych fachowych podręcznikach.

Oprócz upustów burzawych ze stałym poziomem maksimalnego podniesienia wody, są często w groblach stosowane upusty ze śluzami, regulującemi poziom wody.

**Upust ze śluzą**

Praktyczniejszem urządzeniem, chociaż nieco droższem jest upust ze śluzą, albowiem z jednej strony stanowi ochronę burzową, a z drugiej może jednocześnie doskonale regulować w stawie poziom i stan wody w każdym czasie. Upust ten buduje się w podobny sposób, jak upust burzowy, z tą tylko różnicą, że podłoga w nim powinna być ułożona na równi z najniższym poziomem wody w stawie lub, jeśli upust ten ma śluzy jednocześnie do zupełnego spuszczania wody, to poziom podłogi musi być ułożony na równi z dnem stawu.



Rys. 82.

Główną częścią tego urządzenia jest jedna lub dwie, trzy *śluzy*. One mają stawidła t. j. szczelnie zbite z desek, ruchome tarcze, które dowolnie mogą bzć podnoszone i opuszczane.

Każda tarcza śluzowa zbudowana jest z mocnych dębowych desek, 50 — 60 mm grubości, zaszpontowanych dla szczelności, i połączonych dwoma poprzecznemi balami, chodzi w pionowej ramie korytkowej t. j. w rowkach, które są wyżłobione w obu bocznych słupach i w progu śluzowego otworu.

W stawidła są zapuszczone pionowe listwy, zapomocą których je wprawia się w ruch t. j. podnosi się opuszcza albo za pomocą dźwigni, albo też żelaznych zazębionych listew i kół.

Stosownie do potrzeby stawidła są podnoszone wyżej lub opuszczane. W miarę podnoszenia stawidła poziom wody się obniża, gdyż woda pod naporem słupa jej od poziomu do dolnej krawędzi stawidła do progu otworu wywiera ciśnienie nadając wodzie prędkość według znanego wzoru:

$$v = \sqrt{2 g h},$$

gdzie $v$ — szybkość wody, g — przyśpieszenie ciążenia ziemi = 9,81 m, a h — wysokość tego słupa wody w metrach.

Zazwyczaj przy głębszych stawach stawidła stosuje się podwójne t. j. *dolne*, otwierane tylko podczas bardzo dużego przypływu wody lub w razie konieczności spuszczenia stawu, i *górne*, służące do regulowania poziomu wody w stawie.

Jeśli upust jest projektowany szerszy (ponad 1 m i więcej), to wtedy śluzowych otworów musi być dwa, trzy i t. d., gdyż otwór jednej śluzy zazwyczaj daje się 0,8 — 1 m szerokości. Wysokość dolnych tarcz zwykle bywa 1,2 — 1,4 m, wysokość górnych tarcz wynosi 1,2 m,

**Przewały** Oprócz śluz regulujących przepływ wody przez szereg stawów lub wypływ wezbranej wody ze stawu — bywają jeszcze budowane t. zw. przewały, które regulują zbytnie podnoszenie się poziomu stawu i stanowią rodzaj zabezpieczenia w wypadkach bardzo szybkiego przypływu wody.

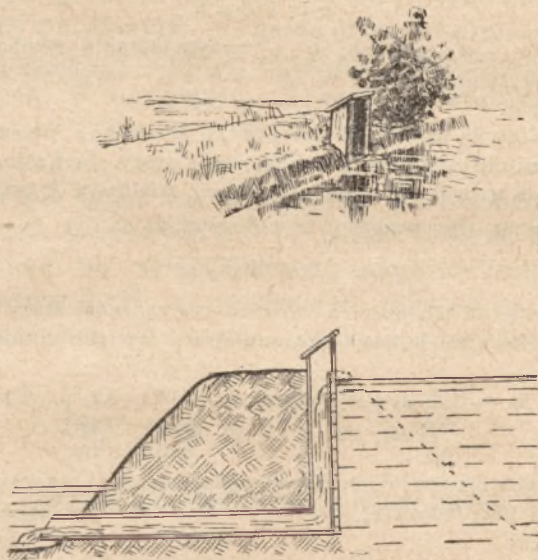
Zwykle przewały są urządzane nie na samej grobli, a z boku na jej przedłużeniu.

Aby szybko przepływająca woda, w razie większego jej przyboru, nie rozrywała boków i dna przewału, brukuje się je kamieniami lub też obudowuje drzewem.

**Mnichy** Duże śluzy, obszerne upusty i przewały są stosowane przy stawach większych obfitujących w wodę, a również przy urządzeniach wodnych, zasilanych potokami lub rzeczkami górskiemi, podlegającemi łatwo przyborowi i gwałtownym wylewom. W stawach natomiast mniejszych, płytszych, znajdujących się na równinach, szczególnie w stawach, zakładanych specjalnie dla hodowli ryb, zazwyczaj i groble bywają węższe i niższe, a zamiast kosztownych śluz i upustów są urządzane t. zw. mnichy.

Mnichem nazywa się rodzaj niewielkiej śluzy do regulowania poziomu wody w stawie i do spuszczania zeń wody.

Mnich buduje się z desek sosnowych lub dębowych, w postaci dwóch szczelnych rynien poziomej i pionowej, z których pierwsza, zwana *leżakiem*, wkopana jest w groblę i ma wylot który wystaje poza zbocze grobli. (rys. 83)



Rys. 83.

Rynna pionowa t. zw. *stojak* posiada od przodu dwie pionowe żłobkowane listwy, w które wkładają się dopasowane deseczki w zależności od wysokości, na jakiej ma być dany poziom wody w stawie utrzymany.

Zamiast żłobkowanych listew, które nieraz utrudniają podnoszenie deseczek, lepiej jest używać listew kantowych, do których

sama woda przyciska szczelnie dopasowane deseczki, wyjmowanie których jest znacznie ułatwione i odbywa się z boku i szybko.

**Obliczenia śluz, upustów, mnichów i kanałów**

Wielkość śluzy, upustu, kanału lub mnicha zależy od ilości wody, która ma przez dane urządzenie w odpowiednim czasie przepływać.

Zasadniczy znany wzór do obliczenia przekroju danego kanału lub śluzy jest:

$$Q = F\ v.$$

gdzie $Q$ (quantem) jest ilość wody w metr.[3] przepływającej w minutę przez dany przekrój, $F$ — płaszczyzna przekroju w $m^2$, a $v$ — szybkość wody m/sek.

Jest to wzór teoretyczny, który powinien być skoregowany, gdyż tarcie wody o zbocza kanału, o deski lub kamienie upustu o krawędzie śluzy wywiera swój ujemny skutek na bieg wody, hamując jej szybkość.

Ta ostatnia zależy przytem od ciążenia ziemi i od wysokości spadu, co się wyraża znanym wzorem

$$v = \sqrt{2\,g\,h}$$

gdzie szybkość $v$ — w metrach; $g$ — przyśpieszenie swobodnego spadania ciała wskutek ciężenia ziemi: $g = 9{,}81$. $h$ w m. — wysokość spadu wody powodująca jej ruch.

Jeśli oznaczymy szerokość danej śluzy przez $b$ a przez $u$ spółczynnik wypływu zależny od tarcia wody o boki i dno śluzy, to nasz pierwotny wzór ($Q = F\ v$) będzie zmieniony przez zastąpienie wielkości $F$ przez $b$, $h$ i $v$ przez $\sqrt{2\,g\,h}$ oraz przez wprowadzenie współczynnika $u$

czyli $$Q = u\ b\ h\ \sqrt{2\,g\,h}\ ^{*)}$$

przyczem $u$ zależy od wielkości $b$ i $h$ i od sporządzenia śluzy w zależności czy deski użyto heblowane, dające tarcie mniejsze, czy też surowe, zwiększające tarcie

| | | |
|---|---|---|
| przy szerokości $b$ = 0,25 m | i wysokości $h$ = 0,02 — 0,2 m. | współczynn. $u$ = 0,35 |
| 0,2 „ | 0,01 — 0,25 „ | 0,38 |
| 0,1 „ | 0,01 — 0,16 „ | 0,39 |

Przy obitych blachą lub starannie wyheblowanych deskach, o krawędziach zaokrąglonych i przy większej szerokości śluzy ($b$), współczynnik tarcia można przyjąć $u = 0{,}55$.

Przypuszczając, że przez dany otwór śluzowy lub przez kanał burzowy ma przepływać na minutę określona ilość wody ($Q$) i przyjmując szybkość tej, z łatwością z danego wzoru można obliczyć szerokość ($b$) i wysokość ($h$), przyczem określenie wysokości ($h$) wynika zwykle z obliczenia spadu.

Co do szybkości, z jaką woda ma płynąć przez dany kanał ewent. śluzę, to zależy od materjału dna i obu zbócz kanału, gdyż zbyt wartki prąd z łatwością rozrywa i psuje kanał.

---

*) Jest to wzór Panceleta i Lesbras'a, którym posiłkowali się przy mierzeniu wydajności wody ze źródła (str. 18).

Największa dopuszczalna szybkość wody dla kanału w gruncie skalistym (lub w śluzie z drzewa) $v = 1{,}25$ m

| | |
|---|---|
| w gruncie żwirowym | $v = 1{,}00$ „ |
| „ z grubego piasku i gliny | $v = 0{,}45$ „ |
| „ gliniastym | $v = 0{,}25$ „ |
| „ piaszczystym (piasek drobny) | $v = 0{,}15$ „ |
| „ ilastym | $v = 0{,}10$ „ |

**Kaskady** Jeśli dany kanał ma spód większy i szybkość przez to wytwarzana przekracza maksimalną szybkość dopuszczalną dla rodzaju danego gruntu, to wtedy w jednem lub paru miejscach wypada nieraz urządzić t. zw. kaskady, przez które woda może pędzić, spadając szybko w dół, o czem była już mowa.

Ma się rozumieć, że przy obraniu miejsca pod te kaskady, przy określeniu spadu, profilu kanału, przy wyborze rodzaju śluz, i obliczeniu ich przekrojów — muszą być powoływani specjaliści inżynierowie i technicy, dobrze obeznani z robotami przy meljoracjach wodnych. W tej książce bowiem przedstawiłem sprawę zakładania stawów tylko w ogólnych zarysach w celu zachęcenia mieszkańców wsi do tych poważnych inwestycji przeciwpożarowych; jak również dałem tylko ogólne pojęcie o mnichach, upustach, śluzach, kanałach burzowych i t. p; detale bowiem budowy tych urządzeń znajdują się w specjalnych podręcznikach fachowych.

Przechodzimy teraz do prostszych zbiorników wody, które częściowo mogą zastąpić droższe i większe stawy — do sadzawek.

## 6. Sadzawki.

Sadzawki urządza się tam, gdzie niema blisko osiedla wody bieżącej.

**Wybór miejsca pod sadzawkę** Miejsce pod sadzawkę należy wybrać w pobliżu danej zagrody, poza opłotkami, aby woda na wypadek pożaru była możliwie pod ręką, a oprócz tego niezablisko domu mieszkalnego, gdyż nieraz woda stojąca w sadzawce ulega zepsuciu. Najlepiej, gdy sadzawka może być urządzona na niewielkiej pochyłości gruntu, lub w pewnem niewielkiem zagłębieniu, aby woda spływająca na wiosnę z roztopów lub z deszczów, mogła się dostawać do sadzawki. Obierać

miejsce pod sadzawkę należy takie, aby ten obszar zasilania był jaknajwiększy.

Sadzawka może być wykopana: 1) na suchem miejscu, 2) w miejscu, w pobliżu powierzchni którego znajduje się wodonośna warstwa; 3) w dolinie rzecznej i 4) w zagłębieniu, zatapianem na wiosnę.

**Urządzenie sadzawki na miejscu suchem**

1) Przed kopaniem sadzawki, należy na obranem miejscu poczynić w kilku punktach próbne wiercenia świdrem opisanym na str. 48 lub też wykopać kilka dołków na głębokości 3 — 4 metr. t. j. na jakieś 2 mtr. głębiej od dna projektowanej sadzawki i zbadać rodzaj podglebia.

**Obszar zasilania**

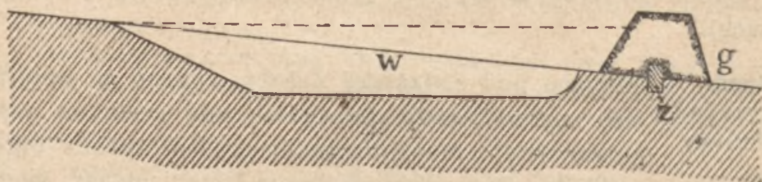
Projektując wykop dla sadzawki, trzeba brać pod uwagę: przedewszystkiem ilość wody, którą ma pomieścić sadzawka, rozmiar powierzchni spadu t. zw. obszar zasilania, po którym woda ma spływać do projektowanej sadzawki, następnie pochyłość gruntu i projektowaną grobelkę, która ma okalać od strony niższej sadzawkę.

Średnio licząc, sadzawka wystarczająca na kilka zagród (5 — 10), powinna mieć pojemności 2000 — 3000 m$^3$.

Jeśli określimy średnią głębokość sadzawki na 1,5 m, to powierzchnia jej wyniesie: 1350 — 1500 m$^2$ (naprz. 30 x 50 m).

**Niwelacja**

Przy sporządzaniu projektu sadzawki należy przedtem obrane pod nią miejsce dokładnie przeniwelować w linjach równoległych podłużnych i poprzecznych co 5 — 10 mtr. jedna od drugiej i na zasadzie otrzymanych profilów, określić objętość ziemi, która ma być wykopana i która winna się równać ilości, potrzebnej do usypania grobelki.




Rys. 84.

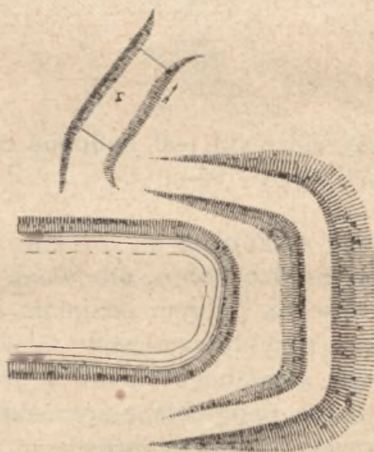
Rys. 84-ty daje wyobrażenie (jako szemat) projektu sadzawki na pochyłości suchego gruntu, gdzie widzimy część, która ma być wykopana (w) oraz grobelkę (g).

Spad w wykopie musi być możliwie nie zastromy jakieś 1:5, a przy granicy zbliżonej do wyżej położonych punktów, spad dochodzić winien do 1 : 10.

**Grobelka** Grobelkę, okalającą sadzawkę od strony niższej, usypuje się na pochyłości nie przy samej krawędzi wykopu, lecz nieco dalej o jakieś 2 — 4 mtr., a wewnątrz daje się tak zwany zamek z gliny (z), o ile grunt jest przesiąkliwy.

W ostatnim wypadku należy nawieść gliny i warstwą minimum na 100 mm. ubić dno sadzawki i boki przynajmniej w wykopie. Grobelkę sypie się 1,8 — 2 m szerokości. O profilach i sypaniu grobli była mowa w rozdziale, traktującym o stawach.

**Rów spustowy** Dla odpływu zbywającej wody należy z boku w miejscu, gdzie kończy się okalająca sadzawkę grobelka (rys.85) wykopać (pozostawić) niewielki rów (r), którego dno u wyjścia z sadzawki powinno być na jednym poziomie z projektowanem lustrem wody. Rów ten, skierowany w stronę pochyłości gruntu, ma niewielki spad.




Rys. 85.

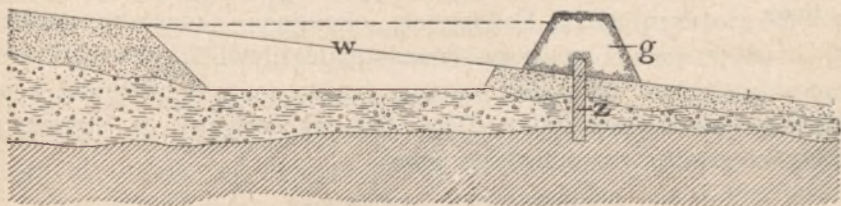
**Ostrożność wobec nor** Często się zdarza, że wykopana sadzawka nie trzyma wody, chociaż grunt nie jest zbyt piaszczysty i dosyć zwarty. Przyczyną tego bywają nory i kretowiska. Dlatego też trzeba dokładnie przedtem zbadać miejsce przeznaczone pod sadzawkę i pilnie uważać podczas kopania, czy niema

śladów kretowisk. Gdyby były, należy skrupulatnie wypełnić otwory gliną, a w całym wykopie dokładnie ubić warstwę gliny na 100 — 150 mm. grubości.

Zamek w grobelce powinien być też w tych wypadkach głębiej wpuszczony.

**Sadzawka na warstwie wodonośnej**

2) To samo należy uczynić, gdy się zakłada sadzawkę na gruncie, w którym górna warstwa lub warstwa blizka powierzchni jest wodonośną. Zamek (z) w takiej grobli (g) powinien przechodzić przez przepuszczalny grunt i być nieco wpuszczony do zwartego godglebia (rys. 86).




Rys. 86.

Całe urządzenie sadzawki jest podobne do urządzenia wskazanego na rysunkach 84-m i 85-m.

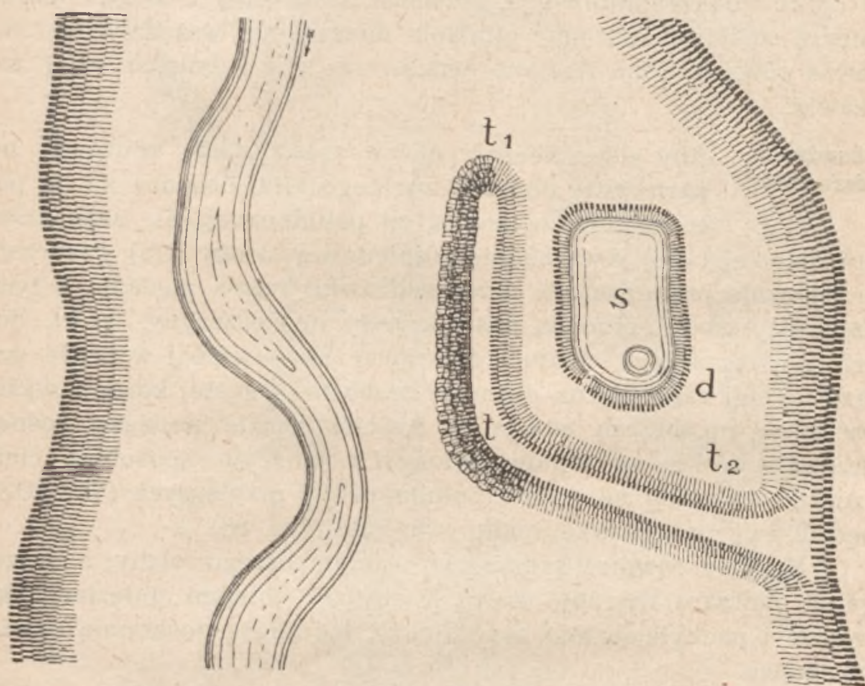
**Zalety sadzawki na wodonośnym gruncie**

Sadzawki wykopane na terenie wodonośnym są zazwyczaj bardzo dobre, albowiem woda w nich trzyma się zawsze na jednym poziomie i przez cały czas się odświeża przypływem wody zaskórnej. Wpuszczenie zwartego, glinianego zamku grobli przez wodonośną warstwę do podglebia nieprzesiąkliwego podnosi poziom wody w sadzawce i czyni ją prawie niewyczerpaną.

**Sadzawka w dolinie rzecznej**

3) W dolinie rzeki, płynącej zdala od wsi, gdy warunki miejscowe nie pozwalają na urządzenie stawu (spław na rzece, bogate łąki w górze rzeki i t. p.) wypada nieraz urządzić sadzawkę, aby mieć bliżej sadyb większy zapas wody, potrzebny do pojenia i pławienia inwentarza a przedewszystkiem na wypadek pożaru. W tedy usypuje

się przy żądanym brzegu rodzaj tamy (t) (rys. 87), która w pewnem oddaleniu okala sadzawkę (s), wykopaną w dolinie w pobliżu tegoż brzegu; ona zarówno okala sadzawkę i od strony niższej a również i od strony rzeki, przepływającej opadal*); przyczem jeden koniec tamy ($t_1$) wystaje w dolinie powyżej sadzawki, a drugi opiera się o brzeg ($t_2$).




Rys. 87.

Od strony rzeki tama winna być wzmocniona faszyną, brukiem, lub roślinami, chroniącemi tamę od rozmywania przez wezbrane na wiosnę lub podczas nawałnic wody.

Dzięki takiemu urządzeniu otwartej od góry tamy, woda, po spłynięciu wiosennych wód, trzyma się przez dłuższy czas nad poziomem sadzawki przy dolnej tamie, wskutek czego powiększa się w ten sposób zapas jej w sadzawce.

---

*) Na rys. 87-m rzeka powinna być pokazana daleko ($^1/_4$—$^1/_2$ kilometra) od sadzawki.

**Środek podnoszący nieprzesiąkliwość gruntu**

Gdy woda w sadzawce nie trzyma się długo i widać, że gdzieś powoli wsiąka w grunt, wtedy należy nawieźć na jesieni na brzeg dobrej, tłustej gliny i ułożyć w małe kupki, aby przez zimę przemarzła. Na wiosnę, gdy woda z roztopów wypełni sadzawkę, nalewa się do niej gliniastej mieszaniny, którą w dołku obok rozrabiamy z przemarzniętej gliny z wodą i dobrze miesza się łopatami, aby gliniana mieszanina wszędzie się rozeszła równomiernie i równo osiadła na dnie i bokach całej sadzawki.

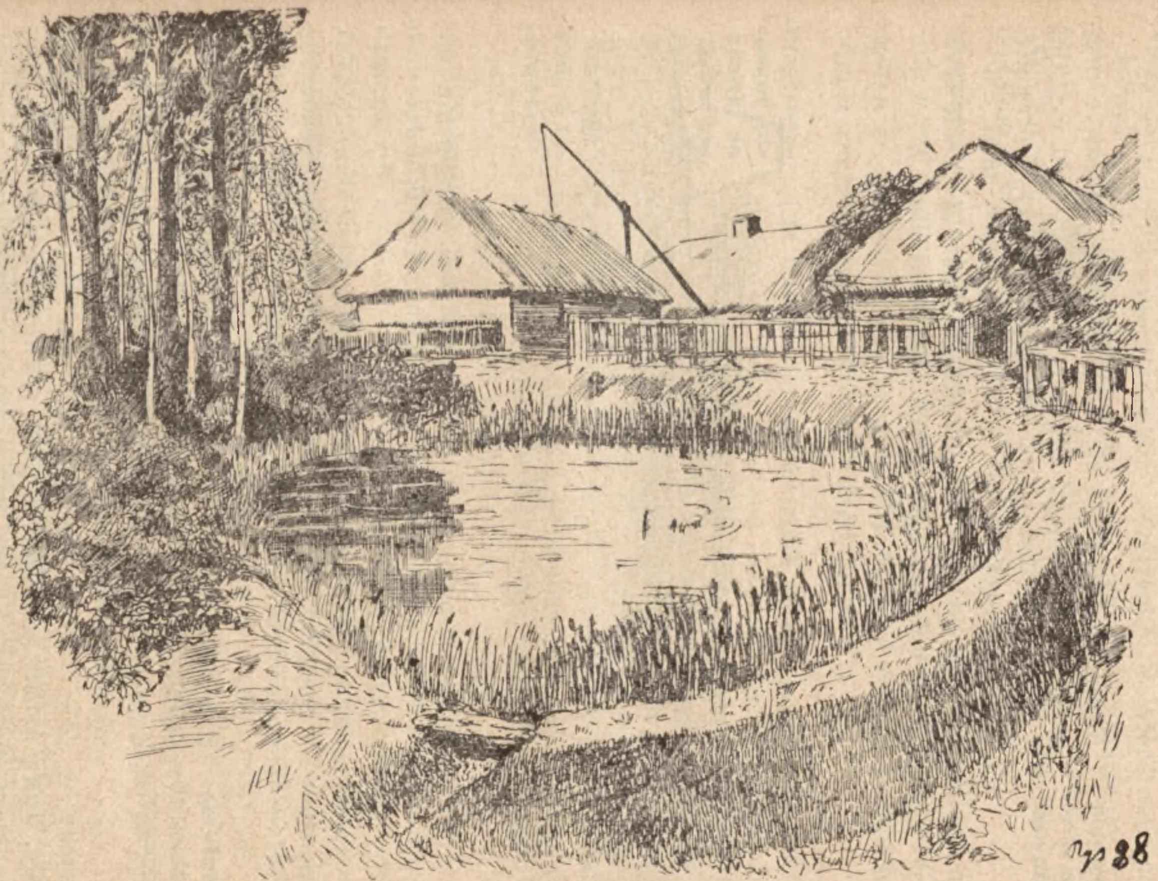
**Obsadzanie drzewami**

Aby zabezpieczyć choć w części wodę sadzawki od parowania podczas upalnego lata, obsadza się ją paroma rzędami drzew, od południowej (S), zachodnio-południowej (WS) i wschodnio-południowej strony (OS). Przyczem praktycznie jest obsadzać brzeg sadzawki trzema rzędami. Z tych najbliższy wody stanowią gęste krzewy np. leszczyny, która dobrze się rozrasta w cieniu i daje gęste ulistwienie i wysokie gałęzie. Drugi rząd można obsadzić drzewami o gęstej koronie wyżej osadzonej np. brzozą, akacją. W trzecim rzędzie powinny rosnąć drzewa wysokie np. topole, jesiony i t. p. Tym sposobem cień, rzucany na wodę od strony południowej i przyległych (WS i OS), będzie zwarty i dobrze spełni swą rolę (rys. 88).

Możemy również sadzić przy samym brzegu olchy, a szczególnie płaczące wierzby, które, zwisając dolnemi gałęziami ku wodzie i pochylając tam swe konary, też dadzą doskonałą osłonę od słońca.

**Sadzawka w parowie**

4) Urządzenie sadzawki w parowie lub zagłębieniu, do którego zlewają się na wiosnę lub podczas ulewnych deszczów wody z obu pochyłości, formujących to zagłębienie lub parów, — jest bardzo ułatwione. Tu również przedewszystkiem powinno chodzić o to, aby woda z roztopów mogła być w możliwie większej ilości i jaknajdłużej zatrzymana. W tym celu w pierwszej linji należy przeprowadzić odpowiednie zniwelowanie, potem zbadać przez próbne wiercenie lub wykopy rodzaj podglebia. Potem odpowiednio do profilów gruntu i spadu określa się granicę sadzawni, przeprowadza się groble i w razie przepuszczalnego podglebia, zapobiega się sposobami, powyżej wskazanemi, przesiąkaniu wody, a również przez obsadzenie drze-



Rys. 88.

wami jej parowaniu. Przy znacznym spadzie gruntu należy urządzić zamiast jednej sadzawki kilka, jedna za drugą.

**Zagłębienie w sadzawce**

Koniecznością staje się urządzenie w sadzawce przy brzegu, znajdującym się bliżej budowli, dołu o jakieś 1 — 2 m głębszego od dna sadzawki, czyli przy głębokości sadzawki 1,5 — 2 m dół będzie miał 2,5 — 4 m od lustra wody do dna. Dół ten winien być u góry rozwarty i mieć na dnie minimum 4 m $^2$, przyczem zbocza powinny być w stosunku 1 : 1 — 1 : 1,5 (rys. 89)




Rys. 89.

Dół (d) ten wykopuje się zawczasu podczas urządzania sadzawki. Jeśli głębiej grunt jest przepuszczalny, to boki i dno dołu trzeba wyłożyć ubitą warstwą gliny.

Miejsce, gdzie jest w sadzawce dół, oznacza się słupkiem (s), wkopanym na brzegu, z tabliczką, na której powinna być oznaczona odległość w metrach środka dołu od słupka.

**Pożytek z dołu w sadzawce**

Z wykopanego w sadzawce dołu mamy potrójną korzyść: 1) przy większym rozchodzie wody podczas dużego pożaru dół pozwala na zużytkowanie przez sikawki całego zapasu wody, 2) podczas znacznej posuchy w dole zawsze pozostaje pewna, choć nieobfita ilość wody, którą można zużytkować przy niewielkim ogniu, 3) przy zarybieniu sadzawki, o czem będzie mowa w następnym rozdziale, ryby lepiej się przechowują, mając głębszą wodę, co szczególne ma znaczenie w zimie, gdy podczas dużych mrozów woda w płytszych miejscach sadzawki zamarza nieraz do dna.

**Studnia przy sadzawce**

Oprócz wyżej opisanego dołu w sadzawce, można obok niej urządzić studzienkę, z której mogłyby w razie pożaru ssać wodę sikawki. Studzienkę, taką buduje się w ten sam sposób, jak studnię przy brzegu rzeki lub jeziora, o czem była mowa wyżej (str. 30). Ona powinna posiadać również dobry dojazd.

**Przerębel**

W zimie zawsze trzeba robić przerębel w lodzie nad owym dołem, aby z jednej strony ryby mogły mieć dostęp do powietrza, a z drugiej, aby w razie pożaru można było odrazu zapuścić smok węża ssawnego sikawki.

**Przystosowanie sadzawki do celów pożarniczych**

Dla umożliwienia czerpania wody z sadzawki podczas pożarów, ona powinna odpowiadać następującym warunkom: 1) mieć obfitą wodę, 2) woda w sadzawce powinna być możliwie czysta, 3) brzegi w paru miejscach muszą mieć łatwy dostęp i wygodny dojazd.

**Obfitość wody w sadzawkach**

1) Obliczenie ilości wody, koniecznej w wypadkach większych pożarów i potrzebnej dla celów gospodarczych danego osiedla, było szczegółowo podane w poprzednim rozdziale, omawiającym sprawę zakładania i kopania stawów.

Lepiej jest i praktyczniej założyć zawsze nieco większą sadzawkę, niż wykazują obliczenia, aby w wypadkach bardzo upalnego lata, gdy od posuchy wszystkie dokoła wody wysychają, pozostawał jeszcze pewien jej zapas w naszej sadzawce, gdyż podczas upałów najczęściej się wydarzają pożary, i przytem nieraz pożary zbiorowe, a nawet masowe. Ochrona więc wody w sadzawce przed palącemi promieniami słońca przez gęste obsadzenie brzegów możliwie wysoką roślinnością i skrupulatne podniesienie nieprzesiąkliwości dna i zbócz sadzawki — muszą być przeprowadzone z całą starannością.

**Czystość wody w sadzawkach**

I względy należytej obrony przeciwpożarowej i względy higjeniczne wymagają, aby woda w sadzawce była możliwie czysta.

Chociaż przy ssaniu wody bezpośrednio z sadzawki stosuje się zazwyczaj pływak, niedopuszczający smoka ssawnego do dna, jednak w wodzie brudnej, zanieczyszczonej mułem, na-

wozem (przy pławieniu inwentarza), słomą, sitowiem, liśćmi, — komora zaworowa sikawki nieraz się zamula i powoduje osłabienie prądu. Przy operowaniu czerpakami podczas napełniania beczkowozów, w sadzawce z brudną wodą i zamulonemi zboczami podnoszą się całe kłęby brudów i gnijących roślin, które, przedostając się do beczkowozów, a z tych do sikawek, powodują jeszcze większe ich zanieczyszczenie.

Względy zdrowotne wymagają również możliwie czystej wody, zwłaszcza, gdy w gospodarstwie przy wysychaniu studni woda z sadzawki musi służyć do prania bielizny, do pojenia inwentarza. Zanieczyszczona sadzawka, pełna gnijących resztek roślinnych, zaraża całe obejście, napełniając miazmatami dokoła powietrze.

Ponieważ wartka woda z ulewnych deszczów i roztopów, porywając różnego rodzaju nieczystości, muł, drobny piasek, zanieczyszcza i zamula sadzawkę, powodując znaczne zmniejszenie jej pojemności, przeto wskazane jest i z tych ostatnich i z powyżej przytoczonych względów perjodyczne oczyszczanie sadzawki, które się powinno odbywać przynajmniej raz na rok.

**Oczyszczanie sadzawki**

Oczyszczanie sadzawek może być dwojakie: mniejsze bez spuszczania wody i „gruntowne", połączone z obniżeniem poziomu wody, a nawet z jej spuszczeniem.

Pierwsze może być stosowane nawet parę razy do roku, np. po nawałnicach, kiedy widoczne jest, że sadzawka została zanadto zamulona i wymaga oczyszczenia.

Większe oczyszczenie natomiast odbywa się co parę lat, lepiej raz na rok i połączone jest z większą pracą, zajmując parę tygodni czasu.

**Oczyszczanie mniejsze**

Czynności polegają na wyławianiu z powierzchni wody w sadzawce pływającej tam t. zw. rzęsy, resztek sitowia i gnijących liści, za pomocą specjalnej siatki drucianej, naciągniętej na żelazny łukowaty pałąk o szerokości 0,7 — 0,8 m z zagiętą na końcu krawędzią do zgarniania, osadzony na długim (2 — 3 m) drążku. Sięgając tą siatką z brzegu, i ciągnąc ku sobie, oczyszczamy powierzchnię wody dokoła sadzawki przy brzegach; poczem czynimy to po-

środku sadzawki z łodzi lub tratewki. Wygarnięte resztki roślin odwozimy na kompostową kupę, przysypując wapnem i ziemią.

Oprócz tego wyszlamowujemy dno sadzawki przy brzegach za pomocą t. zw. amerykańskie szufli*), zaprzęgniętej w konia lub w parę, które szuflę pogrążoną w wodę do dna przy brzegach, przyciskaną i kierowaną drągami z tratewki, wyciągają pełną szlamu na brzeg. (rys. 90).

Środkową część dna sadzawki, a zwłaszcza zagłębienie (dół) przy brzegu, wyszlamowuje się za pomocą specjalnego czerpaka osadzonego na 3 — 4 mtr. drągu. Szlam zebrany na brzegu, albo wywozi się na pola, albo też na kupę kompostową i po przesypaniu wapnem, pokrywa się ziemią, aby uchronić powietrze od miazmatów, oraz przyśpieszyć odkwaszenie szlamu i tworzenie się dobrego nawozu, który potem użytkowuje się na polu, lub na ogrodach.


Rys. 90.

**Szlamowanie sadzawki**

Dla ułatwienia roboty i lepszego pogłębienia sadzawki i należytego jej oczyszczenia najpraktyczniej jest zastosować spuszczenie z niej wody, lub, o ile trudności terenowe nie pozwalają na to, obniżenie jaknajwiększe poziomu wody.

W tym celu rów spustowy wykopuje się głębiej, a grobelkę w miejscu spustu rozkopuje się, aby woda mogła spływać i umożliwić przeprowadzenie szlamowania. Do tej ostatniej czynności również najlepiej się nadają szufle amery-

*) Szufla opisana została w poprzednim rozdziale (str. 119 rys. 77), traktującym sypanie grobli.

kańskie; niemi wyciągają konie szlam do brzegu, z którego potem na wozach ten się wywozi na pola.

Można szlamować również, kopiąc łopatami do taczek.

Po wyszlamowaniu całej sadzawki, oczyszcza się i pogłębia również za pomocą ręcznych czerpaków i dół.

Roboty powyższe najlepiej jest prowadzić na jesieni, po ukończeniu robót polnych, gdyż wtedy i ludzie i konie mają dużo czasu, a szlam wywieziony na pola, dobrze w zimie przemrożony i odkwaszony, staje się na wiosnę doskonałym, bardzo pożywnym nawozem.

**Ostrożności przy oczyszczaniu sadzawki**

Podczas oczyszczania a zwłaszcza szlamowania należy baczyć, aby szufla nie zanadto się wrzynała w dno i zbocza sadzawki, szczególnie gdy ta urządzona jest na gruncie przesiąkliwym i te jej części są zabezpieczone od przesiąkania gliną.

Sadzawki zwłaszcza większe, można z pewnym pożytkiem zarybić.

Szczególnie udaje się hodowla ryb w stawach z bieżącą wodą, o czem będzie traktował następny rozdział.

## 7. Ryby w stawach i sadzawkach.

Chociaż zarybianie stawu lub sadzawki niema pozornie żadnego związku z pożarnictwem, jednak należy o tej sprawie rzec parę zachęcających słów z nast. względów.

Gdy się wprowadza jakieś inwestycje i to połączone jest ze znacznym nakładem kapitału i pracy, to należy się starać, aby dane urządzenia możliwie jaknajszybciej się zamortyzowały i oprócz oczywistego pożytku mogły jeszcze przynieść pewien dochód.

**Pożytek z rybnej gospodarki**

Taką dochodową inwestycją w stawach, urządzonych w celech przechowywania zapasu wody w wypadkach pożaru i w celach gospodarczych, jak pojenie i pławienie inwentarza, pranie i t. p. — stać się może racjonalnie urządzona rybna gospodarka.

Dochody, otrzymane z dzierżawy lub z bezpośredniej eksploatacji, ze sprzedaży ryb, mogą się przyczynić do zamortyzowania

nakładu, do utrzymywania całych urządzeń w należytym stanie, a przykład dobrej gospodarki stawowej, może być podnietą do inwestycji wodnych i, przy rozszerzonych prawach naszych jednostek samorządowych, stanie się poważną dźwignią w podniesieniu stanu ochrony przeciwpożarowej naszych osiedli, tak dotychczas upośledzonych i biednych w wodę.

Zakładać więc należy wszędzie rybne gospodarstwa, zarybiać stawy i sadzawki, gdyż wiadome jest z wieloletniej praktyki, że żadne pole, najlepiej uprawne, nie daje tyle dochodu, jak taki sam obszar zajęty przez stawy przy racjonalnie prowadzonej rybnej gospodarce.

Szczegółowe opisywanie wszelkiego rodzaju zachodów przy prowadzeniu rybiej gospodarki, jest tu zbyteczne wobec istnienia u nas specjalnych podręczników, wyczerpująco traktujących ten przedmiot, wobec prac specjalistów, a również zrzeszeń i wydziałów przy Towarzystwach Rolniczych, gdzie zawsze można otrzymać fachowe porady. — Pragnę tu tylko encyklopedycznie potraktować dany dział, czerpiąc doń wiadomości ze znanych podręczników*), mając głównie na uwadze pewnego rodzaju zachęcenie Szan. Czytelników do zajęcia się tem, co może zapewnić pokrycie wydatków i dać osiedlu dobre urządzenia wodne w wypadkach pożaru i dochody na utrzymanie tych w ciągłej sprawności.

## A. Gatunki ryb przydatne dla naszych stawów i sadzawek.

Ryby, zamieszkujące nasze wody, dadzą się podzielić na trzy odmienne rodziny: *karpiowatych, jesiotrowatych, i łososiowatych.* Z tych najwięcej się nadaje do naszych stawów z rodziny karpiowatych *karp* w kilku odmianach, *lin* i *karaś* oraz z łososiowatych *pstrąg* tęczowy. Oprócz tych stałymi prawie mieszkańcami słodkich wód są drapieżne ryby: *szczupak* i *sandacz* oraz drobiazg rybi, jak *płotki*, *kiełbie*, *ukleje* i t. p. zwany inaczej „chwastem rybim“.

*) „Gospodarstwo stawowe i zakładanie stawów“ Miecz. Mizerskiego.

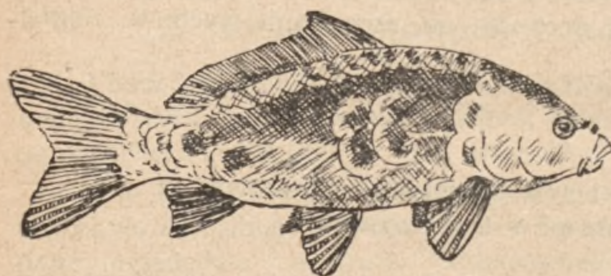
## 1) KARP.

Karp spotyka się w kraju w postaci rasy *dzikiej pierwotnej*, jako karp wiślany i w postaci ras *szlachetnych*, najwięcej nadających się do hodowli w naszych stawach, hodowli dającej wysokie zyski.

Różnią się te obie rasy stosunkiem wysokości ciała (w najszerszem miejscu) do długości. Gdy u dzikiego karpia ten stosunek określa się 1:3, a nawet 1:3,6, u szlachetnych ras 1:2 do 1:2,7.

**Karp dziki** Rys. 91-szy przedstawia typ karpia dzikiego rasy pierwotnej, spotykanej w rzekach, szczególnie w Wiśle i w niektórych jeziorach. Z pierwotnej tej rasy drogą długoletniej hodowli i selekcji otrzymano rasę szlachetną.

**Karpie szlachetne** Szlachetna rasa ma trzy zasadnicze odmiany: *a*) *typ wysokogrzbietowy*, przy stosunku wysokości do długości 1;2 do 1:2,5. Do tego typu należy rasa *polska* t. zw. karp królewski (odmiana wielkołuska) (rys. 92) i odmiana drobnołuska.



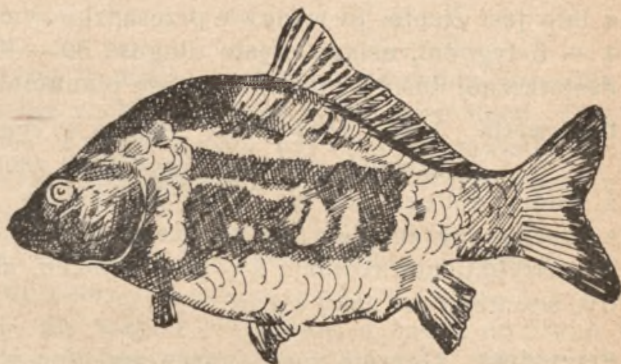
Rys. 91

*b*) *Typ szerokogrzbietowy* w stosunku wys. do dł. 1:2,6 do 1:3. Do tego typu zaliczają się karpie *czeskie* i frankońskie *nagie* lub linowate.

*c*) *Typ przejściowy* pomiędzy wysokogrzbietowemi a szerokogrzbietowemi, o stosunku wys. do dł. 1:2,5 do 1:2,6.

**Hodowla karpi** Karp, jak każda ryba rozmnaża się z ikry, jaką samica podczas tarła składa na płytkiem miejscu specjalnej sadzawki tarliskowej, która ma powierzchnię 15×15 m do 20×20 m, jest o głębokości 0,6 m i ma dno porośnięte trawą. Woda musi mieć około 15° C.

**Tarło** Tarło odbywa się zwykle w drugiej połowie maja; na jedną samicę (ikrzaka) wpuszcza się dwa samce (mleczaki), przyczem ryby rozpłodowe muszą mieć wiek około 5 lat i ważyć 3 — 4 kilo. Po wytarciu się ryb, co następuje w 1 — 2 doby, przesadza się je zaraz do innego stawu do odkarmienia, gdyż inaczej one mogły by się żywić świeżo złożona ikrą.



Rys. 92

Przy ciepłej pogodzie po 4 — 5 dniach z ikry wylęgają się *tarlaki*, nieraz w ilości do pół miljona sztuk, zaopatrzone w pęcherzyk żółtkowy, z którego czerpią pierwszy pokarm w ciągu 3 — 5 dni, poczem zaczynają się uganiać za pożywieniem.

**Przesadzka I-sza** Wtedy przesadzone muszą być do innego stawu t. zw. „przesadzki I-ej“, gdzie przebywają 4—5 tygodni. Przesadzanie się odbywa przez spuszczenie do tego stawu wody wraz z zarybkiem z sadzawki tarliskowej przez mnich, przyczem poziom wody w przesadzce musi być podniesiony, aby różnica poziomów w sadzawce tarliskowej i w tym stawie nie była większa, niż 0,3 m, inaczej by się zarybek spadając z wysoka rozbijał.

**Plankton** W przesadkowym stawie musi się znajdować odpowiednia ilość t.zw. planktonu. Są to drobne skorupiaki o wielkości około 0,5 mm. służące dla naszych ryb za pokarm: t. zw. pchła wodna, skoczek, kiełz, przekropnica i t. p. Oprócz tego za pokarm służą larwy komara, chróścików i jętek i robaki wodne.

Wszystkie te drobnoustroje osiedlają się na wodorostach i delikatnych roślinach wodnych, które im służą za pokarm. Tam też najwięcej się zbiera tego planktonu.

Aby plankton się rozmnożył w odpowiedniej ilości, zanim do przesadzkowego stawu wpłynie zarybek, powinna być doń wpuszczana woda przez gęstą siatkę drucianą (dla zabezpieczenia od szkodników) na 7 — 10 dni przedtem.

Jeżeli woda zawiera znaczną ilość pożywienia (planktonu), a lato jest ciepłe, to w stawie przesadzkowym I-m zarybek w ciągu 4 — 5 tygodni, osiąga często długość 30 — 40 mm. O zapewnieniu dostatecznej ilości i rozmnażaniu się planktonu będzie mowa dalej.

**Obserwacja** Jeśli pożywienia będzie w tym stawie zamało, to zarybek po paru tygodniach zacznie chudnąć i ginąć z głodu; dlatego też co kilka dni należy dobrze obserwować z brzegu, czy znajdują się jeszcze w wodzie skorupiaki i czy stadka zarybku nie skupiają się przy mnichu, skąd jest dopływ wody, oczekując na pożywienie.

**Przesadzka II-ga** Gdy się zaobserwuje podobne zjawiska, trzeba zarybek przesadzić do stawu przesadzkowego Nr. II, który albo połączony jest przez mnich ze stawem przesadzkowym I-m, albo się nieraz znajduje w pewnej odległości i wtedy wypada zarybek wyłowić i przewieźć w beczkach. Spuszczenie wody ze stawu przesadzkowego Nr. 1 odbywać się powinno powoli. Jeśli jednak taki staw ze stawem przesadzkowym Nr. II nie sąsiaduje, wtedy w mnichu zakłada się gęstą siatkę, zatrzymującą zarybek, który wyławia się kancerkiem obciągniętym gazą i wpuszcza się do kadzi służącej do przewożenia *).

W stawie przesadzkowym 2-m zarybek pozostaje aż do jesieni, najpóźniej do końca października, przy dobrem pożywieniu dochodzi do wagi nieraz do $^1/_4$ kilogr. i wtedy zostaje przeniesiony do zimochowów, gdzie przebywa do czasu wpuszczenia go do stawów kroczkowych lub kupieckich. To odbywa się w początku kwietnia.

**Zimochowy** Są to niewielkie stawy, w których karpie przeznaczone na sprzedaż t. zw. *kupieckie*, a zarówno *kroczki* t. j. wyrośnięty przez 1 — $1^1/_2$ roku zarybek $^1/_4$ — $^1/_2$ klgr., oraz i drobniejszy roczny zarybek $^1/_{20}$ — $^1/_{10}$ klgr. przebywają przez zimowy okres.

---

*) Ramy niniejszej pracy nie pozwalają na szczegółowy opis tych wszystkich czynności przy hodowli ryb — Czytelnik, to może znaleźć w dobrym podręczniku p. t. „Gospodarstwo Stawowe" Miecz. Mizerskiego.

Wielkość zimochowu zależy od ilości przebywających w nim ryb, przyczem przyjmuje się, że 1 $m^3$ wody w zimochowie może pomieścić:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zarybku | $^1/_{40}$ | klgr. (40 sztuk 1 kilogr.) | około $^1/_2$ | klgr. |
| „ | $^1/_{20}$ — $^1/_{10}$ | „ | „ 1 | „ |
| kroczków | $^1/_4$ — $^1/_2$ | „ | „ 2 | „ |
| Ryb kupieckich | 1—1$^1/_2$ | „ | „ 3 | „ |

W zimochowie ryby w miarę oziębiania się wody zapadają w sen i leżą na dnie bez ruchu, używając tylko nieco tlenu. Dlatego pożądane jest, aby w zimochowach był choćby niewielki dopływ świeżej wody, przynoszącej zawsze z sobą tlen. W lodzie muszą być porobione przeremble.

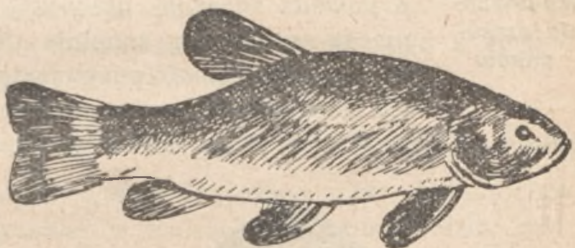
**Stawy wyrostowe**

Z zimochowów ryby są przesadzane na wiosnę do stawów wyrostowych, gdzie kroczki $^1/_4$ klgr. — $^1/_2$ klgr. dochodzą do wagi 1 — 1$^1/_2$ klgr. a nawet do 2 klgr. i przedstawiają już ryby do sprzedaży.

Jak wielkie mają być stawy zarybkowe i wyrostowe i jak utrzymywane, pomówimy w następnym rozdziale, a teraz przejdziemy do innych rodzajów ryb.

## 2) LIN.

Lin wyglądem zewnętrznym co do kształtów przypomina karpia (rys. 93). Różni się brakiem łuski i ciemnym kolorem skóry. Lin spotyka się u nas przeważnie w postaci dzikiej, głównie w jeziorach i większych stawach. Żywi się przeważnie mięczakami i larwami, znajdującemi się w szlamistych i głębszych stawach na dnie, dla tego też jest przy hodowli karpi pożądanym dodatkiem, chociaż przyrost lina jest znacznie mniejszy od karpia.



Rys. 93

**Trudności hodowli**

Metody hodowli nie są jeszcze należycie ustalone, ponieważ wiele trudności przedstawia zarybek bardzo delikatny, nie dający się łowić kancerkami, jak zarybek karpi, wskutek tego z przesadzaniem linków jest bardzo wiele kłopotu i moc ich przy tych manipulacjach ginie.

**Metoda hodowli**

Wobec powyższego muszę się tu ograniczyć tylko do niezbędnych danych. Otóż do tarła używane są liny wagi 0,6 — 1 klgr., przyczem staw musi być paromorgowy, aby delikatny narybek mógł tam pozostawać dłużej i wyrosnąć do 4 cm. dł. i przezimować. Pozatem je na wiosnę przesadza się (przez parokrotne spuszczanie z wodą) do sąsiedniego stawu, gdzie dalej linki rosną i dochodzą do 0,15 kilo, stanowiąc już rybę kupiecką.

Najczęściej linki roczne przesadza się do stawów kupieckich, dając na morgę stawu pięćset linków rocznych lub dwuletnich. Tu one wyrastają do wagi 0,15 — 0,2 kilo, zwiększając ogólny przyrost gospodarstwa rybnego.

## 3) KARAŚ.

Karaś również podobny jest do karpia (rys. 94). Jest tylko więcej płaski i szeroki. Karaś rośnie daleko wolniej od karpia, żywiąc się tem samem; dla tego też nie jest pożądanym towarzyszem w stawach przeznaczonych dla hodowli karpi.

**Zarybianie sadzawek**

Jako ryba natomiast o skromnych wymaganiach życiowych, nie potrzebująca ani większej wody, ani bieżącej, karaś dobrze się nadaje do większych sadzawek lub do dołów po wykopanym torfie.

**Wpuszczanie szczupaków**

Z powodu znacznej płodności karasi duży zbiornik nieraz szybko się zapełnia dużą ilością tych rybek, które, mając zamało pożywienia, karłowacieją, dla tego też pożądane jest wyłowienie części rybek lub wpuszczenie do danego zbiornika kilku szczupaków, co wpłynie na znaczne zmniejszenie się ilości ryb, natomiast przyczyni się do lepszego odżywiania reszty karasi, które wyrosną na większe kupieckie ryby.



Rys. 94

Poniewa szczupaki zawsze się znaj-

dują w każdej bieżącej wodzie a więc i w naszych stawach, przeto o tych drapieżnikach należy rzec parę słów.

### 4) RYBY DRAPIEŻNE

Do ryb drapieżnych, które spotykają się najczęściej w naszych wodach, należy szszupak, sandacz i pstrąg tęczowy.

**Szczupak** Szczupak jest rybą o kształtach wysmukłych, wydłużonej głowie z szeroko otwierającą się paszczą



Rys. 95

(rys. 95). Szczupak odznacza się drapieżnością i bardzo szybkim wzrostem; przy dostatecznem pożywieniu roczny szczupak dochodzi nieraz wagi prawie do 1 klg.

O ile ta ryba jest bardzo niebezpieczna w stawach zarybionych i przesadzkowych, niszcząc młode karpiki, to o tyle znów jest pożyteczna w stawach wyrostowych wśród większych karpi, gdyż tępi i wyjada t. zw. chwast rybi (kiełbie, płotki, okleje), odbierający pożywienie hodowanym rybom.

Oprócz tego szczupak niszczy żaby, które są plagą w gospodarstwie, gdyż niszczą zarybek i zjadają plankton.

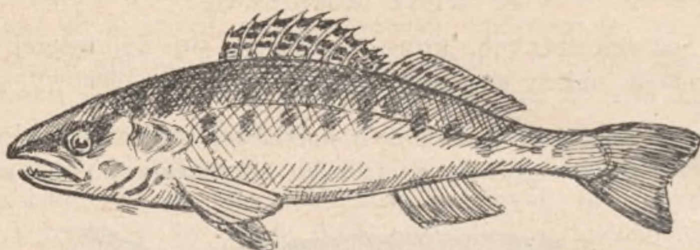
**Sandacz** Sandacz posiada kształty uwidocznione na rys. 96-m.

Zamieszkuje przeważnie jeziora i większe rzeki. Jednak daje się doskonale zaaklimatyzować w stawach o czystej wodzie, zasilanej strumieniem.

Ze względu na żywienie się kijankami, żabami, większemi owadami wodnemi oraz drobnemi rybkami, sandacz, osiągając wielkość w pierwszym roku zaledwie 150 mm. i mając mały pyszczek, nie jest niebezpieczny nawet w stawach pierwszorocznych, a staje się bardzo pożytecznym w stawach, gdzie są karpie starsze.

Sandacze trą się w stawach na głębokości 1,5 — 3 m na miejscu żwirowatem. Wylęgnięte z ikry młode sandaczyki, płynąc z wo-

dą, dopływają do stawów niżej położonych i tam rosną, tępiąc szkodliwe dla hodowli kijanki i owady wodne.



Rys. 96

Ze względu na doskonałe mięso i znaczne usługi oddawane karpiom przez tępienie szkodników, sandacz zasługuje na rozmnażanie w stawach, gdzie prowadzi się hodowla karpi.

**Pstrąg tęczowy** Pstrąg jest jedną z piękniejszych ryb naszych wód. Posiada wysmukłe kształty (rys. 97). Odznacza się pięknym kolorem łuski. Chociaż pstrąg tęczowy należy do rodziny łososiowatych, które wymagają zimnej, wartko płynącej wody, albo głębokiej czystej wody, jednak ryba ta dobrze daje się hodować w zwykłych stawach, nawet bez przepływu, o ile temperatura wody nie przekracza 22° C.



Rys. 97

Nabyty w wylęgarni zarybek pstrąga dobrze daje się transportować. Po wpuszczeniu do stawu przesadzkowego karpiowego żywi się skorupiakami, a potem owadami wodnemi i larwami i zarybkiem chwastu rybiego (ukleje, płotki i t. p.).

Na jesieni wyrastają pstrążki do 80 — 120 mm. dł. W drugim roku wpuszczone, w niewielkiej ilości (30 — 40 sztuk na morgę), do stawów wyrostowych (byle nie zarybkowych) wyrastają do 150 — 200 mm. długości o wadze $^1/_{15}$ — $^1/_{12}$ kilg., dają około 10 — 12 klgr. bardzo cennego mięsa.

## B. Zasady gospodarki stawowej.

### 1) WŁAŚCIWOŚCI WODY W STAWACH.

Najważniejszym czynnikiem w hodowli ryb w stawach jest woda, od jej właściwości bowiem zależy cała gospodarka stawowa. Jeśli strumień lub rzeczka, zasilająca stawy, przepływa przez pole żyzne, jeśli do niej schodzą się ścieki ze wsi i osad, to w stawach woda będzie bardzo pożywna, rojąc się od skorupiaczków, robaków, owadów, stanowiących tak pożądany dla ryb plankton. Natomiast stawy, zasilane wodą z źródlisk, z leśnych strumieni lub torfowisk, będą bardzo ubogie w plankton i nie dadzą znacznego przyrostu.

Szczególnie niebezpiecznemi dla hodowli ryb są ścieki z fabryk, o ile te nie mają specjalnych osadników oczyszczających. Wogóle należy unikać jakiegokolwiek połączenia naszych stawów ze ściekami nawet z osadników.

**Tlen w wodzie.** Koniecznym warunkiem zdrowotności wody dla ryb jest zawartość w niej tlenu. Im temperatura wody jest niższa, tem zawartość w niej tlenu jest większa i odwrotnie:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| w 1 litrze | wody przy temper. | $0^0$ | znajduje | się | tlenu | 10,19 | cm. |
| „ | „ | $5^0$ | „ | „ | „ | 8,41 | „ |
| „ | „ | $10^0$ | „ | „ | „ | 7,87 | „ |
| „ | „ | $15^0$ | „ | „ | „ | 7.04 | „ |
| „ | „ | $20^0$ | „ | „ | „ | 6,36 | „ |
| „ | „ | $25^0$ | „ | „ | „ | 5,18 | „ |

W stawach, zasilanych bieżąca wodą, która wogóle w biegu swym szybko się utlenia, niema obawy o wyczerpanie się tego ożywczego gazu, jak również i wskutek stykania się dużej powierzchni wody i powietrza; natomiast przy urządzaniu zimochowów należy tak obliczyć ich pojemność, aby tlenu zawsze wystarczało.

**Pojemność zimochowów.** Przy obliczeniu pojemności zimochowów — przyjmuje się, że ryba o 1 klgr. żywej wagi spotrzebuje około 300 $cm^3$ tlenu. Dla przechowania dłuższego w zimochowie liczy się, jak było wyżej mówione, że w 1 $m^3$ wody można pomieścić:

Zarybku $^{1}/_{20}$ — $^{1}/_{10}$ klgr. — około 1 klgr.
Kroczków $^{1}/_{4}$ — $^{1}/_{2}$ „ „ 2 „
Ryb kupieckich 0,6 — 1,2 klgr. — około 3 klgr.

Dla przechowywania ryb nie przez całą zimę, a na sprzedaż, przez kilkanaście dni można zasiedlić zimochów znacznie gęściej, a mianowicie:

w (1 $m^3$ wody da się pomieścić:
50 — 100 klgr. karpi
30 — 50 „ linów
12 — 25 „ pstrągów.

Lepiej jednak, jeśli to możliwe, zawsze jest urządzać zimochowy z przepływającą świeżą wodą, która, niosąc zapasy tlenu, zapewnia doskonałe przeżycie ryb w spokoju przez cały czas zimy.

**Stopień miękości wody.**

Drugim ważnym czynnikiem, wywierającym wpływ na rozwój hodowanych ryb, jest stopień miękości wody w stawach.

Zanadto twarda woda uniemożliwia przebywanie w niej ryb; zbyt znowu mięka jest mało pożywna. Najlepiej się nadaje woda, o ile twardość jej waha się pomiędzy 5 a 12 niemieckiemi stopniami twardości.

**Analiza wody.**

Są specjalne tablice określające maksymalne ilości różnych soli i domieszek, przy których woda jeszcze jest dla ryb możliwa.

O ile woda dużego strumienia lub rzeki, na której mają być założone stawy rybne, budzi pewne wątpliwości, należy oddać wodę do analizy i poradzić się specjalistów.

**Ciepłota wody.**

Dla dobrego odżywiania ryb musi woda w stawie mieć odpowiednią ciepłotę, która sprzyja rozwojowi o niej planktonu. Stawy zatem dla należytego wygrzewania wody nie powinny być głębsze niż 1 mtr.

## 2) URZĄDZENIE STAWÓW RYBNYCH.

**Długa linja brzegu.**

Najlepiej rozwija się plankton przy płaskim niezarośniętym brzegu, a oprócz tego zarybek najwięcej się tu trzyma i najwięcej znajduje pożywienia. Więc należy starać się, aby stawy miały linję brzegową jaknajdłuższą;

dlatego też węższe, a dłuższe stawy będą więcej produkcyjne od szerokich a niedługich.

W wąskich stawach falowanie, niepokojące zarybek i niesprzyjające rozwojowi planktonu, będzie mniejsze.

**Dopływ i odpływ wody.** Bardzo użyteczne jest urządzenie w każdym stawie własnego dopływu i odpływu wody, tak aby możliwie był każdy staw uniezależniony od innych.

Przytem należy starać się tak urządzić stawy, aby woda z rzeki lub strumienia, zasilająca staw przesadzkowy, nie szła doń bezpośrednio, a płynęła do stawu wyrostowego z dużemi karpiami, a stąd już do przesadzkowego, a to ze względu na szczupaki, które pozostając w stawie z dużemi karpiami, mogą być użyteczne, gdy natomiast w stawie przesadzkowym będą czynić spustoszenia; w tym celu pomiędzy jednym a drugim stawem mnich powinien posiadać gęstą siatkę.

**Możność spuszczania stawów** Koniecznem jest przy projektowaniu szeregu stawów tak urządzić mnichy i takie upusty, którebyumożliwiły całkowite spuszczenie stawu. Jest to niezbędne z następujących względów:

**Ułatwienie połowu.** 1) Ułatwienie przy połowie ryb, gdyż przy zupełnym spuście wszystkie ryby dadzą się wyłowić.

**Wymrożenie i oranie dna** 2) Możność wymrożenia całego dna, co pozwala na użyźnianie jego i zabija wszelkie zarodki szkodników rybich. W tym celu dno każdego stawu musi być dosyć gęsto pocięte rowkami, dzięki którym ułatwione jest spływanie zarybku przez mnich (w stawach przesadzkowych), a również umożliwione potem osuszenie dna i wymrożenie, dzięki czemu proces wietrzenia i azotowania odbywa się łatwiej, a rozwój skorupiaczków w szlamie — postępuje szybciej.

**Zwiększenie żyzności** 3) Dla wzmożenia żyzności stawów przesadzkowych wskazane jest przez okres od połowy lub końca lipca do maja nast. roku uprawianie dna i zasianie wyką, ozimą seradelą, łubinem albo i rzepakiem, którą to roślinność przeoruje się na zielono. Zwiększyć żyzność stawów można też przez polewanie co pewien czas w różnych miejscach wody

przy brzegu krwią bydlęcą, a również przez rozrzucanie na płytkich miejscach nawozu ptasiego, przez co ilość plaktonu znacznie się powiększa.

**Zabijanie szkodliwych zarazków**

4) Przez ugorowanie stawu i wymrożenie w okresie zimowym i wiosennym podnosi się zdrowotność i żyzność. Ugorowanie to można prowadzić co parę lat, ale wtedy wskazane jest odkwaszanie szlamu przez wapnowanie, dając po 60 — 100 klgr. palonego wapna na 1 morgę dna. Dzięki temu wapno nie tylko odkwasi szlam, ale i zabije w nim zarazki chorobotwórcze.

W celu systematycznego ugorowania wszystkich stawów, dobrze jest mieć parę zapasowych stawów, które kolejno się włączają do całego systemu.

**Sztuczne nawozy**

Dla wzmocnienia roślin wodnych, któremi żywi się zwierzęcy plonkton, wskazane jest podczas uprawy ugorującego stawu zasilać dno sztucznemi nawozami, z których najlepsze rezultaty, wykazane bardzo znacznym przyrostem karpi, dały kainit, zużle Thomasa i saletra; w stosunku na 1 ha 7 centn. zużli Thomasa i 7 c. n. kainitu dało 195 klgr. przyrostu.

**Uwaga:** Stosowanie nawozów sztucznych, które są drogie, musi być skalkulowane i przeprowadzone po szeregu prób i po naradach ze specjalistami.

**Przyrost w stawach**

Tak uprawiane stawy mogą dać bardzo znaczny przyrost, dochodzący nieraz do 200 — 300 klgr. na mordze.

| | |
|---|---|
| Wogóle stawy bardzo żyzne, leżące pośród wsi z dostatecznym dopływem wody, dają przyrost . . | 160 — 320 klgr. |
| Stawy na gruncie żyznym, do których płynie woda z pól w kulturze i ze wsi, dają . . . . | 120 — 160 klgr. |
| Stawy, położone na gruntach mniej żyznych, w piaskach glinianych, dają . . . . . . | 40 — 120 klgr. |
| Stawy na nieużytkach piaszczystych przy słabym dopływie wody — zaledwie . . . . . | 12 — 40 klgr. |

Po tych ogólnych wiadomościach, tyczących się hodowli ryb, należy jeszcze wspomnieć, też pobieżnie, o szkodnikach, pasożytach i chorobach ryb.

## SZKODNIKI.

**Szkodniki ryb**

Do tych zaliczyć musimy czworonogie, ptaki, ziemnowodne oraz owady.

**Szkodliwe czworonogie**

Największe spustoszenia w stawach czyni *wydra* (rys. 98), która żywi się tylko rybami, wybierając przeważnie okazy większe i średnie.



Rys. 98

Następnie szkody duże wyrządzają *szczur wodny* t. zw. na Litwie *„pacuk“* i *szczur piżmowy* (rys. 99), przynoszący duże szkody w gospodarstwie rybnem nie tylko przez żywienie się rybami, lecz i przez urządzanie w groblach głębokich nor.*)

**Szkodliwe ptaki**

Z ptaków największym szkodnikiem jest *czapla* (rys. 100), która napada nawet na półkilowe ryby.

*) Inż. I. Sawaszyński i inż. W. Kołder „Stawy wiejskie.“

Szkodę przynoszą również *kaczki*, *rybitwy*, *bąki*, oraz większe *nury*, jak *perkoz* (rys. 101), odznaczający się śnieżno-białą piersią; b. ostrożny i trudny do upolowania.



Rys. 99

**Szkodliwe ziemnowodne**

Duże szkody w stawach przynoszą *żaby* przez żywienie się ikrą rybią, a również i *pijawka końska*.

Tępią ryby również *wąż wodny* i *żółw*.

**Szkodliwe owady wodne.**

Tępicielami ikry i zarybku są liczne owady wodne i ich larwy*).

Z tych więcej szkodliwemi są: *kałużnica* (rys. 102), *pływak żółtobrzegi* (rys. 103), *pluskwiak wodny*, *ranatra* (rys. 104) oraz *larwy ważek* (rys. 105), łątek i t. p.

**Choroby ryb.**

Oprócz wyżej wymienionych szkodników, trapią jeszcze ryby niektóre rośliny szkodliwe, oraz choroby, jak *ospa rybia*, *pleśniawka*, *łustnica* i t. p.

O walce przeciw tym chorobom i o tępieniu szkodników Szan. Czytelnicy znajdą wskazówki w fachowych podręcznikach.*)



Rys. 100.

*) M. Mizerski: „Gospodarstwo stawowe".

## 3) SYSTEM GOSPODARKI RYBNEJ.

Gospodarka rybna racjonalna polega na tem, że w pierwszym roku zarybek doprowadza się do wielkości 0,05 — 0,1 klg., w drugim do 0,2 — 0,3 klgr., a ostatnim 0,6 — 1 klgr.



Rys. 101.

**Stosunek powierzchni stawów**

Cała powierzchnia stawów musi być tak podzielona, aby na przesadzkowe użytkowanie w pierwszym roku było wyznaczone $^1/_9$ całej powierzchni stawów, na kroczkowe w drugim roku $^2/_9$, a na wyrostowe (kupieckie) stawy na trzeci rok — $^2/_3$.

Jeśli mamy naprz. 45 morgów ogólnej powierzchni stawów to na przesadzk. I musi być przeznaczone 5 morg., na przesadz. II — 10 morg., a na wyrostkowe — 30 morgów.

**Ilość ryb** W odpowiedniej proporcji należy określić ilość obsady stawów, a mianowicie:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| W stawach | pierwszorocznych | na 1 morgę daje się | 1200—1400 | szt. |
| „ | drugorocznych | „ 1 „ „ „ | 600—700 | „ |
| „ | trzeciorocznych (handl.) | „ „ „ | 200—230 | „ |

**Dokładne dane co do stosunku powierzchni stawów i ilości ryb** Mając do rozporządzenia określoną powierzchnię sumaryczną wszystkich stawów, jakie będą przeznaczone do założenia rybnego gospodarstwa, powierzchnię tę przeznaczamy w nast. sposób:



Rys. 102.

1) na stawy pierwszoroczne:

| | | | |
|---|---|---|---|
| tarliskowe | 0,5% ogólnej powierzchni | | |
| przesadzkowe I | 1,0% „ „ | | |
| „ II | 8,5% „ „ | Razem | 10% |

| | | |
|---|---|---|
| 2) | na stawy drugoroczne (kroczkowe) | 25% |
| 3) | na stawy trzecioroczne (kupieckie) | 60% |
| 4) | na zimochowy i magazyny | 5% |
| | Razem | 100% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Do przesadzkowych | stawów I | idzie cały zarybek | |
| „ „ | „ II | na morgę 1200 — 1800 | sztuk |
| „ kroczkowych | „ | „ „ 360 — 600 | „ |
| „ kupieckich | „ | „ „ 150 — 250 | „ |

**Ogólny plan stawów** Rys. 106 wykazuje jako przykład plan urządzeń stawów rybnej gospodarki. Są to stawy w majątku Borki*) w Nowogródzkiem. Legenda załączona do planu dokładnie objaśnia przeznaczenia poszczególnych stawów*).

*) Stawy te stanowią własność p. Wacława Protassewicza, zamiłowanego hodowcy ryb i znawcy tej poważnej dziedziny wiejskiego gospodarstwa. Bawiąc latem 1933 r. na wywczasach z rodziną w Borkach mogłem, dzięki uprzejmości i fachowym radom właściciela, dobrze się zapoznać z urządzeniami stawów i rybną gospodarką.

**Gospodarka przy istnieniu jednego lub paru stawów**

Jaśli dany teren lub brak narazie środków nie pozwalają na urządzenie całego systemu stawów, gdzieby mogła być prowadzona racjonalna gospodarka rybna, to wtedy urządza się parę lub nawet tylko jeden staw. W takich wypadkach gospodarstwo całe polega na wpuszczeniu wczesną wiosną (w marcu, kwietniu, maju) kroczków, które na jesień wyrastają na rybę kupiecką. Kroczki nabywa się w sąsiednich gospodarstwach rybnych. Wtedy na jesień spuszcza się staw i wyławia się wszystkie ryby, sprzedając odrazu dostawcom.



Rys. 103.

Mając parę stawów, można co parę lat urządzać kolejno w jednym z nich ugorowanie, wapnowanie, uprawę i obsiewanie a to dla spotęgowania żyzności stawu.

**Wywożenie szlamu**

Wiadome jest, że szlam w stawach i sadzawkach jest niezmiernie żyzny i wywiezienie tego nawozu na pola znakomicie podnosi ich urodzajność.

Jednak przy prowadzeniu gospodarstwa rybnego *szlamu wywozić* t. j. pozbawiać stawy tego pożywienianie *nie wolno*, gdyż w szlamie znajdują się zarodki planktonu zwierzęcego i planktonu roślinnego. Wyszlamowując więc stawy, czynimy je coraz mniej żyznemi, przez co gospodarstwo znacznie może ucierpieć.



Rys. 104.

Jeszcze dla uzupełnienia tego szkicu rybnego gospodarstwa należy rzec parę słów o sztucznem karmieniu ryb.

**Żywienie ryb**

Wiadome jest, że dla należytego odżywiania każdego organizmu zwierzęcego, a również i ryb, muszą być spożywane substancje azotowe i węglowodany a również sole mineralne. Wszystkie te pierwiastki odżywcze posiada najwięcej plankton. Aby jednak choć w części zastąpić te dosko-

nałe pożywienie, gdy tego zaczyna braknąć w stawie, szczególnie pod koniec sezonu, wielu hodowców dokarmia ryby łubinem, kukurydzą, mąką mięsną, hamburską mąką z padlin, melasą.



Rys. 105.

Dla zobrazowania stopnia pożywności różnych pasz wraz z planktonami p. M. Mizerski podaje tablicę analizy różnego rodzaju pasz, stosowanych w rybnych gospodarstwach.

## TABLICA XI.

**Analiza składników pożywienia dla ryb.**

| Rodzaj pożywienia | w 1000 częściach suchej masy znajduje się: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Azotu | Potasu | Sodu | Wapna | Magnezji | Kwas fosfor. | Popiołu |
| Plankton | 92,4 | 26,4 | | 88,6 | 0,38 | 40,8 | 16,6 |
| Łubin | 56,6 | 11,4 | 0,3 | 2,8 | 4,5 | 14,2 | 37,0 |
| Kukurydza | 16,0 | 3,7 | 0,1 | 0,3 | 1,9 | 5,7 | 12,4 |
| Mąka mięsna | 11,6 | 0,9 | 0,5 | 3,6 | 0,6 | 6,9 | 15,9 |
| Hamb. mąka z padlin. | 90,0 | | | 6,6 | | 6,6 | 18,0 |

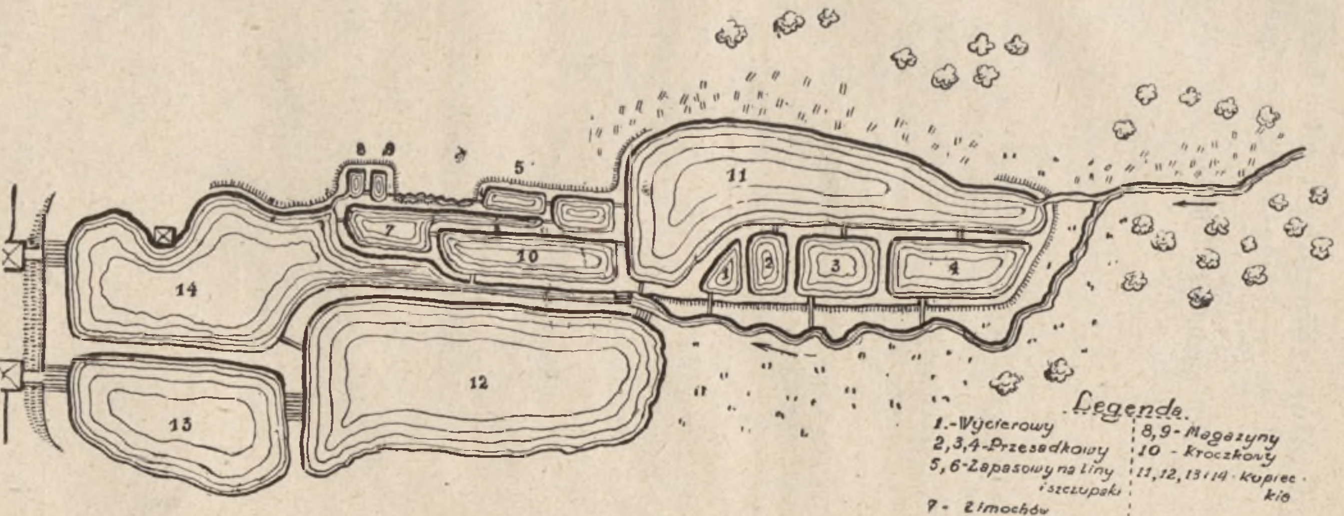
Widzimy stąd, że najwięcej pożywny jest plankton, a następnie hamb. mąka z padl. i łubin.

Ten ostatni jest bardzo tani i najlepiej się opłaca, przynosząc na 4—6 klgr. zadanego łubinu około 1 klgr. przyrostu.

Rzuciłem tu ten szkic hodowli ryb, aby zachęcić gminy i wsie do zakładania stawów rybnych, które, przynosząc dochody, przyczynią się do stosunkowo szybkiego zamortyzowania nakładu, pozwolą utrzymywać te zbiorniki wody w należytym stanie, a danemu osiedlu zapewnią dużą obfitość wody w wypadkach pożarów.

Przejdziemy teraz do innych zbiorników wody, które muszą znaleźć zastosowanie w tych osiedlach, gdzie warunki terenowe uniemożliwiają założenie stawów.

# Stawy rybnego gospodarstwa w majątku „Borkach“ w Nowogródzkiem.




Rys. 106.

## 8 Specjalne zbiorniki wody i tanie wodociągi w mniejszych osiedlach.

Mamy w Polsce bardzo dużo osiedli nie posiadających po za kilkoma niewielkiemi studniami, żadnych zapasów wody i w wypadkach większych, nawet średnich pożarów (patrz I tom lub książkę Nr. 1 str. 122) straże pożarne, po wyczerpaniu wody ze studzien, są bezsilne.

**Konieczność urządzania zbiorników**

To też w tych wsiach i osiedlach, gdzie w pobliżu niema bieżącej wody, gdzie warunki miejscowe nie pozwalają na urządzenie chociażby sadzawek, nieodzowną sprawą, niepodlegającą dyskusji, staje się gromadzenie wody w specjalnie budowanych zbiornikach, aby w nieszczęściu była zawsze dostateczna ilość wody do walki z groźnym żywiołem, aby podczas posuchy było czem napoić inwentarz i wystarczyło jej do prania i mycia.

Zanim będziemy mówić o budowie tych mniejszych zbiorników wody, musimy podać ogólne dane, tyczące się zapotrzebowania wody podczas róznych pożarów, opisać w paru słowach działanie prądów wody na ogień, oraz w ogólnych zarysach wymienić rodzaje sikawek i ich wydajność. Dane te, chociaż bardzo ogólnikowe, muszą poprzedzać obliczenie pojemności poszczególnych projektowanych zbiorników.

### Woda jako środek gaśniczy.

Należy tu w krótkich słowach dać podstawowe wiadomości, tyczące się działania wody, przy użyciu jej do opanowania pożaru*)

**Warunki palenia się**

Wiadomo jest, że czynniki sprzyjające rozwojowi pożaru, są następujące: *palność* danego ciała, zależna od większej lub mniejszej zdolności jego łączenia się z tlenem; *obecność tlenu* w otaczającem płonące ciało środowisku (powietrzu) i wreszcie *podniesienie temperatury* palącego się ciała, t. j. stopień jego nagrzania, wskutek czego łączenie się ciała z tlenem, czyli właśnie proces palenia się postępuje tem raźniej, im

*) Skrót z pracy autora, I-ej części II-go tomu (książka Nr. 4) p. t „Środki gaśnicze“.

więcej jest ono nagrzene, t. j. im większy zapas cieplika jest w danem ciele.

**Działanie wody na ogień**

Woda, posiadając doskonałe właściwości gaśnicze, bardzo dobrze nadaje się do usuwania wyżej wspomnianych czynników, a więc. pokrywając swoją warstwą płonące ciało, nie dopuszcza doń powietrza, a z niem tlenu, czyli *tłumi* płomienie, a parując wskutek gorąca, jakie wydziela rozgrzane ciało, woda pochłania moc ciepła, oziębiając ciało, czyli tem samem *gasząc* ogień, a formująca się na powierzchni para jeszcze więcej sprzyja w tłumieniu ognia, oddalając odeń cząstki tlenu.

**Prąd biczujący**

Im silniejszy jest prąd wody, tem mocnej biczuje ogień, t. j. zbija płomienie i tem głębiej przenika w pory i warstwy płonącego ciała, a tem samem silniej oziębia je.

Do wytwarzania prądów biczujących są budowane sikawki, poruszane albo siłą rąk ludzkich t. zw. ręczne, albo z napędem silnikowym. Sikawki ręczne są tłokowe, a silnikowe obecnie prawie wyłącznie są budowane odśrodkowe.

**Typy i wielkości sikawek**

Sikawki co do swej wielkości, a co zatem idzie, wydajności i siły prądów dadzą się podzielić na trzy rodzaje: *samochobowe* (autopompy), *silnikowe przenośne* (motopompy) i *ręczne*. Pierwsze są największe, o wydajności od 1000 do 2000 i więcej litrów na minutę; są one poruszane tym samym silnikiem, który służy do napędu samochodu. Drugie są zazwyczaj o mniejszej wydajności od 300 do 1000 litrów wody na minutę i mają swój oddzielny silnik i wreszcie ręczne, o wydajności od 200 do 250 litr. na minutę; są one dwojakiego ustalonego typu: 2-cylindrowe o 100 mm. ∅ cylindrów, dające do 200 litr. wody na minutę i nowoczesne — 1-cylindrowe o średnicy cylindra 120—130 mm, z podwójnie działającym tłokiem, podające na minutę do 250 litrów wody*).

---

*) Wydajność dużej sikawki silnikowej i ręcznej oznacza ilość podawanej przez nią wody na minutę przy swobodnym wypływie. Przy działaniu i operowaniu prądami wydajność sikawki znacznie się zmniejsza.

**Średnia wydajność sikawek**

Ponieważ do naszych obliczeń zapotrzebowania wody do gaszenia pożarów w różnych osiedlach, tak co do wielkości i obszaru ich, jak i co do rozmiarów i ilości sprzętu przeznaczanego do opanowywania pożarów, konieczne jest średnie ustalenie wydajności prądów, musimy przeto à priori przyjąć pewne dane, tyczące się wydajności sikawek, biorąc pod uwagę średnicę pyszczków, ciśnienie w nich prądu (od $3\frac{1}{2}$ — 4-ch atmosfer) i ilość jednocześnie działających prądownic.

Przyjmujemy z góry, że każda *sikawka samochodowa* pracuje na 2 prądy przez trójnik, przyczem linja wężowa magistralna jest długości 300 metrów, a dwa odgałęzienia mają po 40 m długości, węże zaś są gumowane, a prądownice pracują na pyszczki 14 mm ⌀. Wtedy wydajność sikawki samochodowej będzie wynosiła około 430 — 490 litr. przyjmujemy ± 500 litr. wody na minutę, czyli każdy prąd zużyje około 250 litr./min.

Dla *sikawki silnikowej* wielkość tę należy nieco zmniejszyć. Przyjmujemy, że magistrala jest 200 m dług. i złożona po części (100 m) z węży gumowych, a reszta — jak również i odgałęzienia po 30 m długie też parciane. Obie prądownice mają pyszczki 12 mm ⌀. Wtedy zapotrzebowanie wody, zasilającej sikawkę wyrazi się cyfrą około 230 litr. wody na minutę; czyli każdy prąd zużywa około 115 litr./min.

*Sikawka ręczna nowoczesna* pracuje na 2 prądy przez pyszczki 10 mm ⌀ i ma linję wężową parcianą 100 m dług. i 2 odgałęzienia po 15 m dł.; przyczem ciśnienie dochodzi średnio do $3\frac{1}{2}$ atm. Wtedy wydajność sikawki wyrazi się cyfrą około 120 litr. wody na minutę. Przyjmujemy 150 litr., czyli na 1 prąd wyjdzie 75 litr./min.

*Sikawka ręczna 2-cylindrowa* pracuje na 1 prąd 12 mm ⌀ przez wąż parciany 120 m dł. przy ciśnieniu do 3,5 atm. Będzie ona potrzebowała wody na minutę około 100 litrów.

**Prowizoryczne obliczenie potrzebnej wody**

Dla obliczenia ilości potrzebnej do opanowywania pożaru wody musimy z góry przyjąć pewne dane, któreby, będąc bliskie rzeczywistości i oparte na szeregu obserwacyj i badaniach, mogły nam dopomóc w obliczeniu ilości i pojemności zbiorników wodnych w różnego rodzaju osiedlach.

Te ostatnie dzielimy na grupy w stosunku do ilości mieszkańców, Przyjmujemy również, że większe osiedla (miasta) mają

sprzęt motorowy, t. j. sikawki samochodowe i przenośne silnikowe; średnie osiedla, jak osady i miasteczka, wyposażone są w sikawki silnikowe i ręczne, a małe wsie i dwory posiadają tylko ręczne sikawki.

Musimy również z góry przyjąć, że pożary są większych rozmiarów i do ugaszenia potrzebują conajmniej 2 biczujące prądy, a w większych osiedlach do opanowania pożaru potrzebna ilość prądów wynosi 3 i 4, A priori też należy przyjąć, że czas trwania pożaru jest w odwrotnym stosunku do wielkości i jakości wyposażenia w sprzęt straży danego osiedla i to jest zupełnie zrozumiałe, że im jest większa ilość i obfitość prądów, użytych do akcji zwalczania pożaru, tem lokalizacja ognia nastąpi szybciej.

Niektórzy autorzy, traktujący sprawę obliczania wody, przyjmują, że w większych osiedlach powstają jednocześnie 2—3 pożary, a w mniejszych po jednym, lecz zasada ta jest mylna. Kto bowiem zna nasze stosunki wiejskie i małomiasteczkowe, to właśnie będzie sądził odwrotnie — że im więcej palne są budowle, a zwłaszcza dachy (słoma i gont), to tem łatwiej jest tam o 2—3 pożary jednocześnie, a nawet wskutek lotnego ognia o pożar zbiorowy; gdy natomiast w miastach, gdzie budynki są w przeważnej części, a w wielu wydadkach nawet wyłącznie murowane, o twardem pokryciu, rzadko kiedy powstaje więcej pożarów.

Mając na widoku powyżej przyjęte dane, zestawiamy je w tablicy (str. 166).

**Istotne zapotrzebowanie wody**

Przy określeniu ilości wody, potrzebnej do gaszenia pożarów w danem osiediu, muszą być cyfry końcowe powyższej tablicy powiększone o jakieś 50%, ze względu na ubytek wody, zamarzanie części wody w zimie oraz na parowanie jej podczas upałów i wreszcie ze względu na przezorność.

Określenie ilości pojedyńczych zbiorników ich poszczególnego zasięgu i pojemności zależy od szeregu czynników. Czynnikami temi są: rozległość i konfiguracja danego osiedla, ilość i jakość sikawek straży, znajdującej się w osiedlu, długość i jakość zapasu węży tłocznych, no i w pierwszej linji warunki hydrograficzne osiedla. Im silniejsze są sikawki, im lepiej są wyposażone w węże tłoczne, tem ilość zbiorników wodnych może być mniejsza, tem rzadziej mogą być za projektowane; pojemność natomiast każdego z nich powinna być od

## TABLICA XII.

**Dane potrzebne przy obliczeniu zaopatrzenia osiedli w wodę.**

| Rodzaj osiedla | Ilość mieszkańców | Ilość i rodzaj pracujących sikawek przy pożarze | Ilość i rodzaj prądów przy pożarze | Wydajność prądów litr. min. | Ilość godz. pracy | Rozchód wody litrów na min. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Miasto średnie | 10000—50000 | 2 sik. samoch. | 4 prądy | po 250 | 2 | 2000 |
| Miasto mniejsze | 5000—20000 | 1 sik samoch.<br>1 „ silnik. | 2 „<br>1 „ | po 250<br>„ 115 | 2 | 1230 |
| Miasteczko | 2000—10000 | 2 sik. silnik. | 3 „ | po 115 | 2 | 690 |
| Osada | 500—3000 | 1 sik. silnik.<br>1 „ ręczna | 2 „<br>1 „ | po 115<br>„ 75 | 3 | 915 |
| Osada lub wieś | 200—1000 | 2 sik. ręczne | 3 „ | po 75 | 3 | 675 |
| Wieś lub dwór | 50—300 | 1 sik. ręczna | 2 „ | po 75 | 4 | 600 |

powiednio zwiększona. I tu też muszą być przyjęte pewne normy i granice. Im większe bowiem jest oddalenie jednego zbiornika od drugiego, tem linje wężowe muszą być dłuższe, a co za tem idzie opory w nich będą większe, a siła biczująca będzte mniejsza. Większa odległość pomiędzy zoiornikami nie pozwoli korzystać często podczas pożaru z dwóch sąsiadujących z sobą zbiorników jednocześnie, gdy natomiast bliskie sąsiedztwo poszczególnych źródeł wody, zasilających sikawki, czynne przy ogniu, powoduje użycie krótszych linji wężowych, wytwarza silniejsze prądy i pozwala dłużej pracować bez przerwy, co jest szczególnie ważne przy zwalczaniu większych uporczywych pożarów.

Przechodzimy obecnie do opisu zbiorników, do określenia ich pojemności, wyliczenia różnych typów najwięcej przydatnych dla naszych celów.

Zbiorniki wody specjalnie dzielą się na zbiorniki podziemne i nadziemne.

## A ZBIORNIKI PODZIEMNE.

Urządzenie zbiornika podziemnego polega na wyborze miejsca, wykopaniu odpowiedniej pojemności dołu i wymurowaniu w nim sklepionego basenu lub też urządzenie tego zbiornika z betonu, albo zna akopaniu starego kotła lub innego zbiornika z blachy.

**Pojemność zbiornika**

Wielkość zbiornika zależy od ilości zagród, które mają korzystać z wody, znajdującej się w tym zbiorniku oraz od obliczenia zapasu na wypadek większego pożaru. Co do użycia wody ze zbiornika dla gospodarskich potrzeb, to czyni się to dopiero w ostateczności, tylko w tych wypadkach, gdy posucha jest bardro duża i w studniach braknie wody. W zwykłych bowiem warunkach używa się wodę ze studzien, gdyż jest świeża, zdrowsza i inwentarz chętniej taką wodę pije.

**Obliczenie pojemności zbiornika**

Powyżej było mówione o obliczeniu zapasu wody na potrzeby gospodarstw w stawach i sadzawkach (str. 110) — to samo da się powiedzieć i w danym wypadku przy określeniu minimalnej pojemności projektowanego zbiornika.

Obliczamy tę pojemność, przypuszczając, że ze zbiornika mają korzystać naprz. 4 gospodarstwa (czyli co 4 zagrody na wsi budują sobie jeden zbiornik). Przyjąć średnio musimy, że każda zagroda posiada 1 konia i 2 krowy oraz 4 sztuki drobnego inwentarza (owce, świnie).

Liczymy również, że rozchód wody w ciągu doby na 1 konia wyniesie 50 litr., na krowę — 35 litr., na małą sztukę inwentarza — 15 litr., oraz na całą zagrodę 400 litrów (pranie, mycie i t. d.)

$$Q = 4 (50 + 35.2 + 15.4 + 400)$$
$$Q = 2320 \text{ litr. na dobę.}$$

Przyjmijmy, że posucha trwać może 20 dni, zatem pojemność zbiornika powinna wynieść:

$$2320 \times 20 = 46400 \text{ litr-} \approx 46{,}5 \text{ m}^3$$

Jeżeli damy głębokość 3 m, to zbiornik powinien mieć powierzchnię 15 m 3 × 5 m. Czy takiej pojemności zbiornik wystarczy dla opanowania większego pożaru na to odpowiedź znajdziemy w poprzednim rozdziale.

**Wydajność studni**

Samo przez się jasną jest sprawa, że projektowany zbiornik musi być urządzony przy studni, aby z niej mógł się napełniać wodą.

Im studnia jest więcej obfita i ma lepszą wodę, tem więcej pożyteczne będzie urządzenie przy niej zbiornika.

Jeśli nawet tego rodzaju studnia leży nieco dalej, to dla zdrowszej wody i możności szybkiego napełniania zbiornika trzeba się pogodzić z nieco większem oddaleniem tego zbiornika od zagród, które mają zeń korzystać. A zaznaczyć tu należy, że w celach zaspokojenia potrzeb gospodarki przecież korzysta się z tej wody rzadko kiedy, w wyjątkowych tygodniach długotrwałej posuchy. W wypadku natomiast ognia, to beczkowozy i nieco dłuższe linje wężowe mogą sprostać zadaniu.

**Pochyłość gruntu**

Spad pochyłości danego terenu gra przy wyborze miejsca pod zbiornik nieostatnią rolę. Wobec możliwości ulegania zepsuciu się wody, dłużej znajdującej się w zbiorniku, wobec konieczności czyszczenia od czasu do czasu wnętrza zbiornika, usuwania szlamu i błota, jakie się nieraz tam znajduje, wysoce pożądane jest, aby zbiornik miał rurę ewent. kanał spustowy umożliwiający spuszczenie zeń wody.

Jeśli nawet studnia, z której jest projektowane zasilanie wodą zbiornika, znajduje się na płaszczyźnie, a wygodny spad jest blisko, to można studnię połączyć ze zbiornikiem dłuższą rurą zasilającą. Jeżeli jednak pochyłość jest w znacznem oddaleniu lub cały teren jest płaski, to musimy wyrzec się kanału spustowego i wypada wtedy opróżniać zbiornik przez wypompowywanie za pomocą pompy studziennej, o czem będzie mowa dalej lub też hydroforu albo sikawki.

**Odległość grupy zagród**

Za zasadę należy przyjąć, że zbiornik, powinien się znajdować możliwie blisko od tych zagród, które ma obsługiwać tak ze względów natury gospodarczej jak i obrony przeciwpożarowej.

Jednak położenie lepszej i większej studni, obecność w pobliżu dogodnego spadu nieraz przemawiają, powtarzam, za niewielkiem oddaleniem zbiornika, a zwłaszcza jeśli warunki terenowe utrudniają urządzenie odpływu wody, wtedy ze względów zdrowotnych należy urządzić ten zbiornik nieco dalej od domów mieszkalnych.

**Bliskość dróg**

Na wybór miejsca pod zbiornik ma pewien wpływ i bliskie sąsiedztwo ulicy lub drogi.

Ponieważ podczas pożaru dalszych objektów woda w małych osiedlach bywa najczęściej dowożona beczkowozami i autocysternami, przeto bardzo jest wskazane, aby zbiornik z za

znajdował się przy ulicy. Jeśli jednak warunki wyżej wymienione zmuszają do ulokowania zbiornika w głębi zagrody lub podwórza, poza opłotkami, zdala od ulicy lub drogi, konieczne jest wtedy urządzenie wybrukowanego dojazdu.

**Rodzaje zbiorników podziemnych**

Zbiorniki podziemne mogą być wykonane z następujących materjałów. Mniejsze mogą być wkopane, jako gotowe duże kadzie i beczki stare (browarne, zacierowe) z drzewa, albo stare kotły z blachy żelaznej lub inne stare blaszane zbiorniki (po melasie, mieszadła i t. p.). Większe natomiast zbiorniki, o pojemności ponad 20m$^3$, muszą być budowane z cegły lub betonu, a jeszcze lepiej z żelbetu.

**Budowa zbiornika**

Po wykopaniu odpowiednich rozmiarów dołu, przystępujemy do murowania lub sporządzenia zbiornika z betonu. przytem dół, w którym ma być umieszczony zbiornik, kopie się nieco (o 1—2 m) szerszy i tyleż dłuższy, aby była odpowiednia przestrzeń do swobodnego murowania, a również do zakładania form, jeżeli zbiornik ma być z betonu. Oprócz tego dół musi być wykopany nieco głębiej, aby można było zmieścić warstwę podkładową i dno zbiornika, oraz pilnować, aby nad zbiornikiem znajdowała się warstwa ziemi o grubości 1 m. dla ochrony w zimie wody od zamarzania.

Jeśli mamy gotowy zbiornik mniejszy, to ten opuszcza się do dołu i też się zakopuje o 1 m. głębiej.

**Pochyłe położenie zbiornika**

W celu należytego wykorzystania całej zawartości danego zbiornika (gotowego), należy zakopać ten nie poziomo, a pochyło (rys. 107), aby w głębszem miejscu było dno o 300 mm. niżej, dla umożliwienia w razie pożaru wyssania prawie całej zawartości wody.

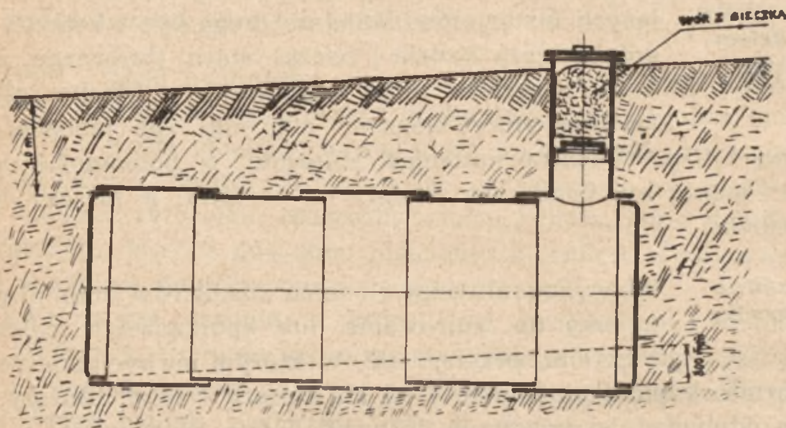
**Właz o podwójnej pokrywie**

Właz w tych wypadkach powinien na takim zbiorniku urządzony nad tem najgłębszem miejscem w postaci rury blaszanej o średnicy 500 — 600 mm., aby można było zapuścić wąż ssawny w to miejsce. Właz powinien mieć podwójną pokrywę. W zimie wór brezentowy z 2-ma uchwytami, napełniony plewami, sieczką lub tor-

fem, wepchnięty pomiędzy obie pokrywy, uchroni wodę od zamarzania (rys. 107).

**Zbiornik betonowy**

Jeśli budujemy zbiornik z betonu, to boczne ściany, wiążemy z podłużnemi, dając zagięte pod prostym kątem wkładki z drutu 6—8 mm., a ściany nieraz ubijamy na spodzie grubsze, a góry cieńsze.



Rys. 107.

Rys. 108-my przedstawia przekrój zbiornika prostokątnego betonowego, gdzie ściany są jednej grubości, a węgły umocowane wkładkami. Dno zbiornika powinno mieć spadek pochylenia do jednego miejsca z zagłębieniem, które znajdować się musi pod otworem w stropie zbiornika. Dobrze jest jeśli pochyłość gruntu pozwala na urządzenie ścieku, którym zapomocą rury lub kanału, możnaby spuszczać zepsutą w zbiorniku wodę. Wierzch zbiornika pokrywa się stropem z żelbetu na żelbetowych lub żelaznych belkach.

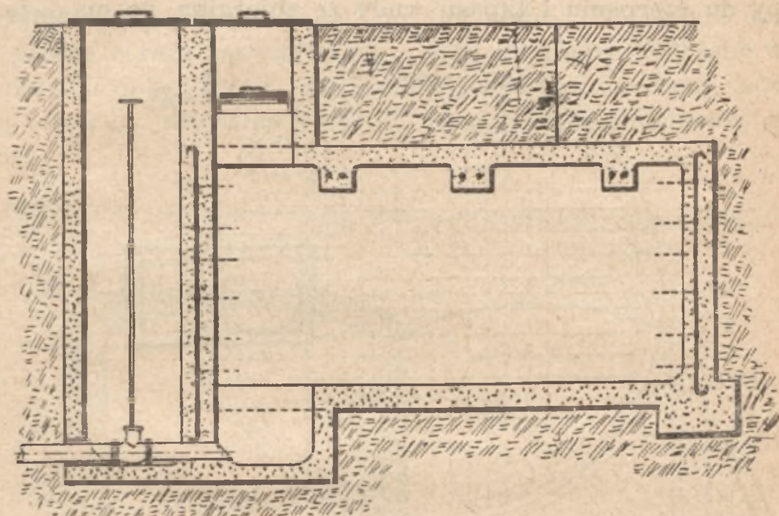
**Zbiornik żelbetowy okrągły**

Rys. 109-ty przedstawia zbiornik okrągły*), gdzie płyta wierzchnia jest żelbetowa i właz znajduje się w specjalnej studzience, w której jest kurek na rurze zasilającej zbiornik. W dnie naprzeciw włazu widać wgłębienie 0,5 m dla umożliwienia spożytkowania całej zawartości wody.

---

*) Zbiorniki te projektowałem w niektórych cukrowniach dla zasilania sikawek silnikowych w wypadkach pożaru.

Ma się rozumieć, że przekrój belek, grubość stropu i średnice wkładek żelaznych t. zw. uzbrojenia muszą być obliczone według zasad wytrzymałości materjałów, jak również grubości ścianek i dna, a dla sporządzenia projektu trzeba się zwrócić do specjalisty inżyniera hydrotechnika, co również jest pożądane przy zamierzeniu urządzenia zbiornika murowanego z cegły lub z kamienia.



Rys. 108.

**Zbiornik murowany**

Przy projektowaniu murowanego zbiornika lepiej jest, jeśli miejsce pozwala, urządzić ten nieco wydłużony, przez to sklepienie będzie mogło być cieńsze i niekosztowne.

Muruje się ściany i dno na zaprawę cementową. U góry zbiornik ma sklepienie na żelaznych belkach.

Przy większej rozpiętości pod belki należy dawać co parę metrów filar, jak to widać na rys. 110-ym, przedstawiającym przekrój poprzeczny.

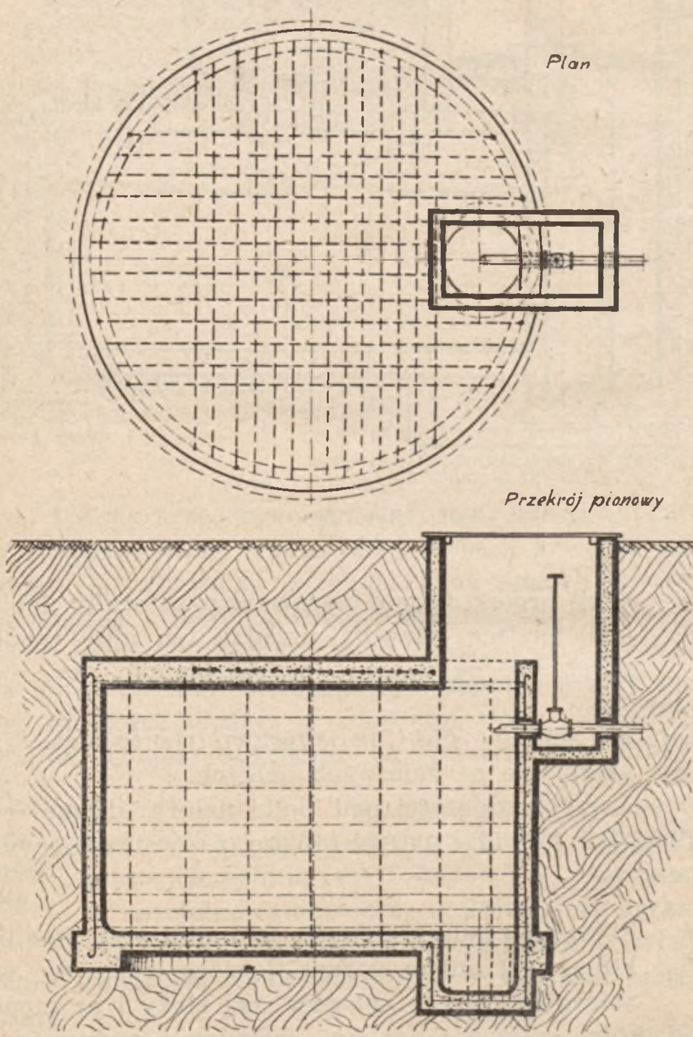
**Zasilanie zbiornika**

Zbiornik zasila się wodą z najbliższej studni, przy której jest pompa z rurą tłoczącą wodę do wnętrza zbiornika. Nieraz zbiornik taki służy i na zapas wody deszczowej, która spływa z dachów sąsiednich budynków przez rynny i rury ściekowe, o czem była mowa na początku książki

(str. 45). I ten zbiornik należy zaopatrzyć w pompę, z której możnaby pompować wodę do beczek.

**Kurek trój-przelotowy**

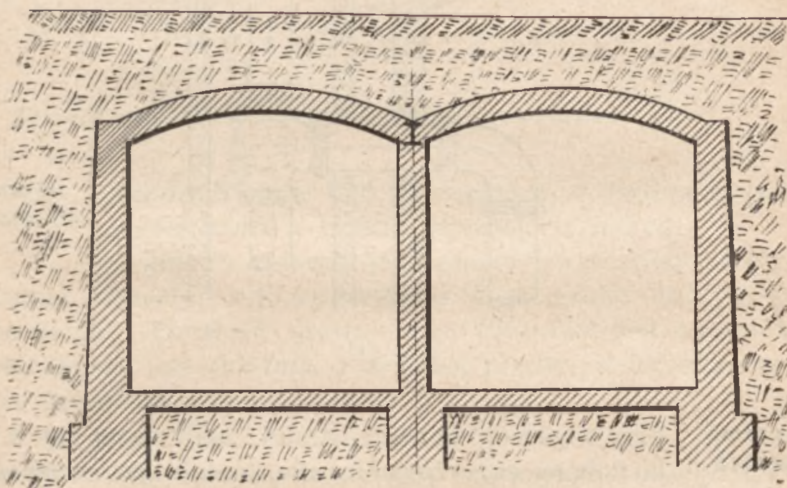
Jeśli zbiornik podziemny jest urządzony tuż obok pompy studziennej, która służy do napełniania zbiornika wodą, i ma rurą ssawną tuż pod powierzchnią ziemi, to wskazane jest spożytkowanie tej samej pompy do czerpania i zapasu wody ze zbiornika, co ma duże zna-




R s 109

czenie w wypadkach pożaru dla akcji, przy której musi być woda dostarczana w beczkowozach.

Dla umożliwienia korzystania z pompy zasilającej zbiornik wodą ze studni, tuż pod pompą na rurze ssawnej, znajdującej się w studni, włączamy kurek (kran) trójdrogowy (rys. 111), od którego boczny wylot łączymy ze specjalną rurą ssawną, zanurzoną blisko dna naszego zbiornika. Kurek musi mieć rączkę i dźwignię wychodzącą przy pompie ponad poziom ziemi. Normalnie kurek łączy pompę z rurą ssawną studni. Jeśli zachodzi potrzeba ssać wodę ze zbiornika, kurek się nastawia tak, że on łączy pompę z rurą ssawną zbiornika i odcina pompę od studziennej rury ssawnej.



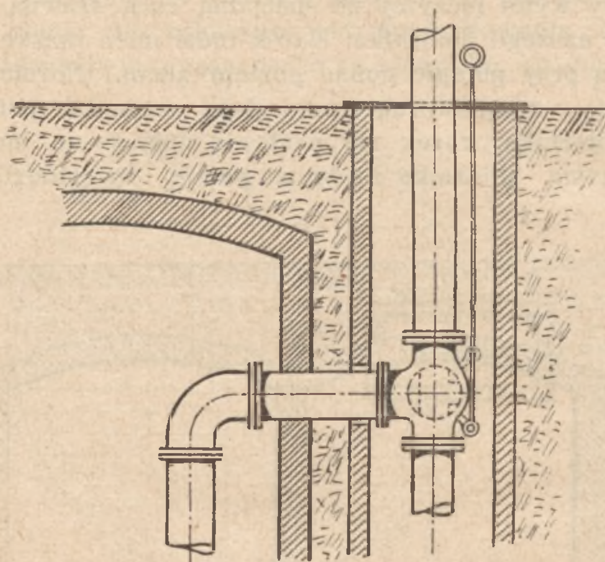
Rys. 110.

Wogóle zbiorniki podziemne chociaż kosztują mniej od zbiorników nadziemnych i ułatwiają ochronę wody od zamarzania, jednak ustępują w znacznym stopniu zbiornikom nadziemnym, z których można napełniać beczki wodą wprost z rury bez udawania się do pompowania.

## B. ZBIORNIKI NADZIEMNE.

Zbiorniki nadziemne stanowią zazwyczaj nieodłączną część większych urządzeń wydociągowych, służąc z jednej strony jako pewien zapas wody, a z drugiej — wytwarzając ciśnienie, pod

którem woda znajduje się w sieci i w hydrantach. O tego rodzaju urządzeniach będzie mowa na końcu tej książki. Obecnie zaś pomówimy o zwykłych prostych zbiornikach, jakie w mniejszych osiedlach mogą podczas pożaru oddawać znaczne usługi.



Rys. 111.

**Urządzenie zbiornika** Przy większej i obfitszej studni, znajdującej się w rynku lub na skrzyżowaniu ulic, buduje się rusztowanie ze $2\frac{1}{2}$ — 3 m wysokie, na którem ustawia się zbiornik przeznaczony na pewien zapas wody.

**Obliczanie zapasu wody** Już poprzednio podawane były przykłady obliczenia potrzebnej ilości wody w stawie i w zbiorniku podziemnym, przyczem zapas wody był przeznaczony w pierwszej linji na potrzeby gospodarcze i, ma się rozumieć, do gaszenia pożarów. Tu musimy określić pojemność zbiornika głównie dla zapasu wody na wypadek pożaru, gdyż czerpanie z niego wody dla celów gospodarczych może być dopuszczalne tylko wtedy, gdy pompa jest w stanie szybko wypełnić ubytek wody, a ta jest rozchodowana dla odświeżenia, aby zapobiedz psuciu się przez długie zastanie się.

Przy obliczaniu wody potrzebnej do gaszenia ognia przyjąć należy pewne cyfry z góry, że naprz. przy pożarze mają pracować dwie sikawki ręczne w ciągu godziny, potrzebujące każda 75 litrów na/min.

Zatem ilość wody będzie:

$$Q = 2.75 \cdot 60; \quad Q = 9000 \text{ litrów}$$

Zbiornik powinien mieć pojemn 9 ~ 10 m³.

Zwykle zbiorniki są okrągłe. Jeśli przyjmiemy, że nasz zbiornik ma być 2,5 m wysoki, to średnica wewnętrzna tego będzie określona z równania:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot 2{,}5 = 10;$$

stąd

$$d = \sqrt{\frac{10 \cdot 4}{2{,}5 \cdot \pi}}; \quad d = \sim 2{,}3 \text{ m}$$

Zbiornik nasz zatem będzie o średnicy 2,3 m i wysoki 2,5 m.

**Materjał na zbiornik**

Zbiornik może być sporządzony z drzewa w postaci dużej kadzi, z blachy żelaznej i z żelbetu.

Z drzewa zbiornik jest zamało trwały; przyczem koszt wypadnie niemały, a to ze względu na b. grube dno i również grube klepki. Trwałość drewnianego zbiornika jest ograniczona. Daleko lepszy jest zbiornik z żelaznej blachy, a najpraktyczniejszy — żelbetowy.

**Zbiornik do napełniania beczkowozków**

Aby beczkowozy mogły się szybko i swobodnie napełniać wodą, należy zbiornik ustawić tak wysoko, aby odległość dna od poziomu ulicy wynosiła najmniej 3 m lepiej 3,5 — 4 m.

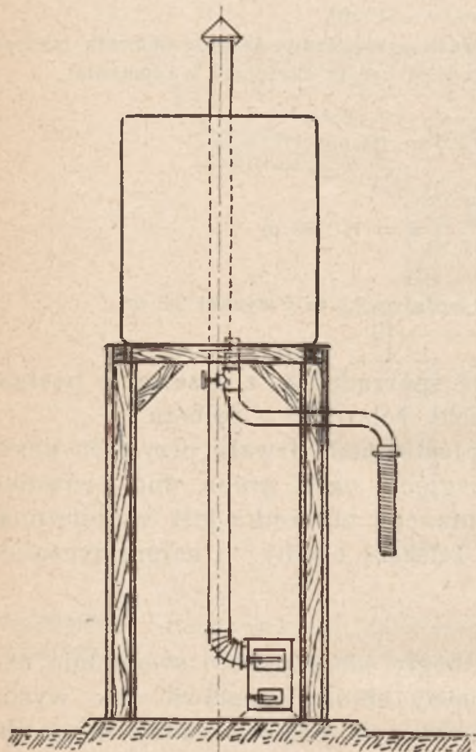
Należy zawsze dążyć do tego, aby zbiornik nadziemny tak samo, jak i podziemny, był ustawiony tuż przy studni, możliwie obfitującej w wodę, z której w razie pożaru możnaby zasilać ubywającą w zbiorniku wodę.

Jeśli są środki w danem osiedlu, to bardzo jest wskazane ustawić zbiornik nie na otwartem rusztowaniu, a na obudowanem dookoła szkielecie rusztowania drewnianego lub jeszcze lepiej na podmurowaniu, któreby stanowiło zabezpieczone na zimę pomieszczenie pod zbiornikiem i pozwoliłoby ustawić piecyk z rurą dymową przechodzącą przez zbiornik, co w zimie chroniłoby wo-

dę od zamarzania i ułatwiłoby umieszczenie kurka spustowego od rury, przez którą mają być napełniane wodą beczki.

Rys. 112-ty przedstawia tego rodzaju urządzenie, przyczem rusztowanie drewniane jest szczelnie obite z dwóch stron deskami i wytynkowane od wewnątrz i nazewnątrz. Widzimy tu piecyk żelazny z rurą dymową, przechodzącą przez zbiornik wody z blachy żelaznej.

Jest i rura wylewowa z kawałkiem węża ssawnego dla ułatwienia trafienia podczas napełniania beczkowozu do włazu. Na niej jest kurek, umieszczony wewnątrz pomieszczenia.



Rys. 112.

**Zbiornik nadziemny większy**

Na rys. 113-m widzimy typ takiego punktu wodnego zasilającego beczkowozy, istniejącego od kilku lat w Łucku na Wołyniu.

To już jest nie prymitywne urządzenie, a porządnie wymurowane pomieszczenie z drewnianem piętrem, na którem znajdują się dwa zbiorniki z blachy żelaznej, o pojemności 5 $m^3$ każdy.

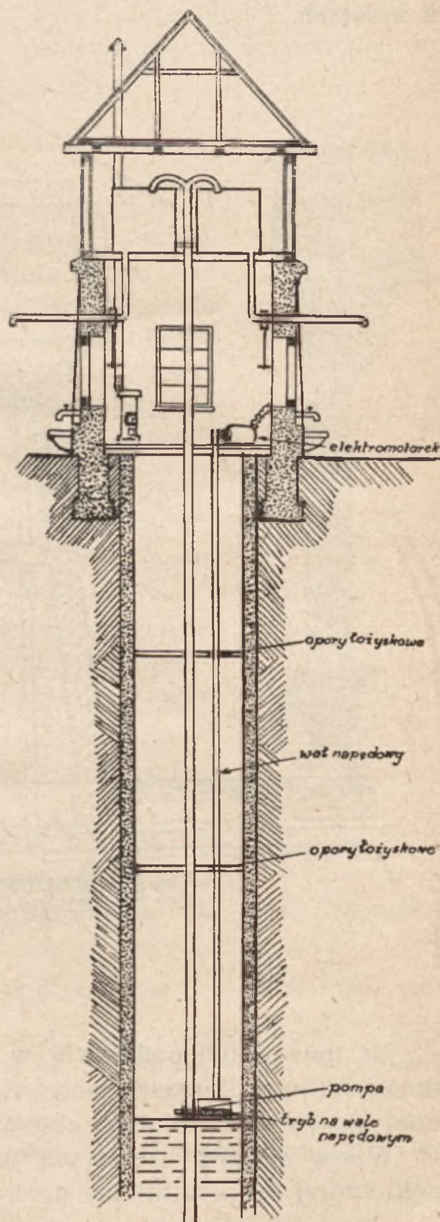
Stacja ta wodna urządzona została nad studnią artezyjską o głębszym poziomie wody, dla czerpania której zastosowano pompę odśrodkową jednostopniową z napędem elektrycznym.

Widzimy na rysunku tym piecyk żelazny do ogrzewania pomieszczenia i ochrony wody w zbiornikach od zamarzania oraz 2 kurki od dwóch rur, służących do napełniania wodą beczkowozów.

Jeśli dana osada lub miasteczko posiada środki nieco większe, przeznaczone na zaopatrzenie w wodę, to można urządzić prymitywny mniejszy wodociąg.

## C. MAŁY WODOCIĄG POŻAROWY.

Nie może tu być mowy o instalacji normalnych wodociągów, stosowanych po większych miastach, których opis wymaga całych rozdziałów, traktujących następujące sprawy: ujęcie wód, oczyszczenie wody, pompowanie jej do zbiorników, wieża ciśnień, rozplanowanie i ułożenie całej sieci rur wodociągowych i urządzenia hydrantów i t. p. Pragnę tu dać krótki pobieżny szkic taniego prostego wodociągu pożarowego, któryby mógł znaleźć zastosowanie w niektórych naszych zasobniejszych osiedlach.




Rys. 113.

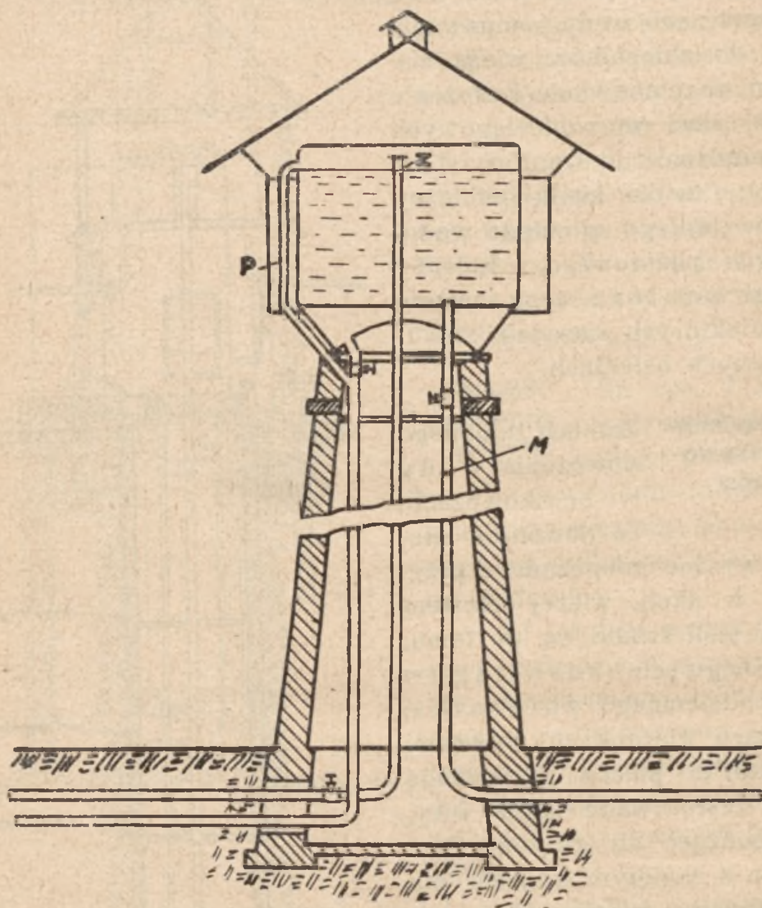
**Zastąpienie beczkowozów**

Zamiast żmudnego dowożenia wody w beczkowozach, co powoduje nieraz wysoce niepożądane przerwy w akcji, więcej celowem jest, jeśli środki są po temu, przeciągnięcie rurociągów od nadziemnego zbiornika, w paru kierunkach głównemi ulicami do placów, gdzie mogą być zastosowane albo rury, wychodzące ku góry na 2 — 2,5 m z zagiętym końcem dla napełniania beczkowozów lub zbiorników przenośnych, z których sikawki mogą ssać wodę, albo jeszcze lepiej urządzone hydranty.

Więcej celowe jest urządzenie hydrantów, gdyż te można zastosować niezawodnie, gdy natomiast rura wystająca

nad powierzchnię zawsze będzie zamarzać pomimo owijania powrósłami ze słomy.

Na rys 114-m pokazany jest szkicowo przekrój niewielkiej *wieży ciśnień*, która przedstawia typ przeciętny, spotykany i u nas na kolejach.




Rys. 114.

Na murowanej podstawie w postaci uciętego stożka, o wysokości kilku - kilkunastu metrów, jest umieszczony zbiornik z żelaznej blachy ze specjalnie zbudowanem dnem w formie półkuli.

Wieża posiada drewnianą nadbudowę, otaczającą zbiornik, dzięki której ten ostatni ma dookoła należytą izolację, specjalnie

umieszczoną pomiędzy ścianą nadbudowy a zbiornikiem. Piec żelazny, ustawiony w murowanej części wieży, służy do podniesienia ciepła podczas dużych mrozów.

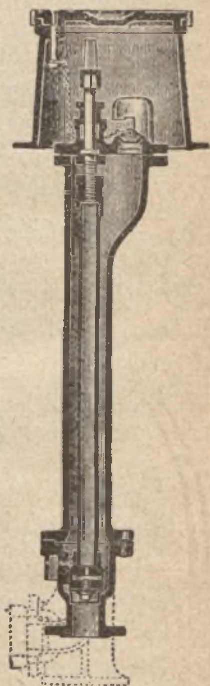
Wieża ciśnień posiada 3 rury wodne: *zasilającą* (Z) zbiornik wodą od pompy, *przelewową* (P), która zabezpiecza zbiornik od przepełnienia i *magistralną* (M), prowadzącą wodę na sieć hydrantów lub na miejsca czerpania wody.

**Hydranty** Hydranty bywają w wodociągach stosowane trojakiego rodzaju:

a) *podziemne głębokie* (w sieci warszawskiej), znajdujące się na głębokości około 1,5 m. pod powierzchnią ulicy, bardzo niepraktyczne; do nich bowiem muszą być zastosowane długie rury hydrantowe i długie klucze, któremi trafić na połączenie i nasadkę jest nieraz trudno, co bywa połączone często z mitręgą i stratą czasu *)

b) *słupkowe,* wystające nad pioziom, łatwe w użyciu; są one w powszechnem stosowaniu w całej Europie i u nas w Poznańskiem, na Pomorzu i Śląsku i częściowo w Małopolsce;

c) *podziemne płytkie* hydranty, najczęściej u nas używane na kolejach i w zakładach przemysłowych. Są one najtańsze, praktyczne i szybko się uruchomiają.



Rys. 115.

Na 115-m rysunku widzimy przekrój takiego hydrantu.

Do tego płytkiego hydrantu zakłada się krótka rura hydrantowa t. zw. popularnie „*stojak*", z końcem górnym zagiętym na dół z półłącznikiem do węża tłocznego.

---

*) Pamiętam, jako komendant Straży Warszawskiej, przykre i denerwujące owe chwile, kiedy strażak t. zw. hydrantowy szukał podczas pożaru po omacku w głębi studzienki nasadkę, macając długą ciężką rurą i kluczem nieraz przez dobrych kilkanaście sekund, a tu... ogień rozpalał sią coraz silniej. Im więcej się hydrantowy denerwował, tem trudniej szło szukanie... djabli brali nieraz człeka!

**Podniesienie ciśnienia w sieci**

Zazwyczaj w małych wodociągach są stosowane wieże ciśnień niewysokie, wskutek czego ciśnienie w hydrantach jest niewielkie: 1,5 — 2 atm, a prądy nie są biczujące.

Dla zwiększenia ciśnienia bywają instalowane specjalne pompy odśrodkowe zdolne do parokrotnego podniesienia ciśnienia wody. W niewielkich wodociągach można nieraz używać pracy sikawki silnikowej (t. zw. „motopompy"), co z powodzeniem zastosowałem w małym wodociągu w cukrowni „Wożuczyn" w Lubelskiem*).

**Wodociąg w cukrowni „Wożuczyn"**

Podczas lustracji stanu ochrony przeciwpożarowej w Wożuczynie pokazano mi na wzgórzu, odległem około 470m. od fabryki, studnię arteryjską z pompą kieratową, obfitującą w dobrą wodę; przyczem wysokość wzgórza wynosi nad poziomem terenu cukrowni 27,6 m.

Po sprawdzeniu poziomu i ilości wody podawanej przez pompę w minutę, sporządziłem projekt, według którego obok studni stanęła wieża murowana około 10 m. wys. ze zbiornikiem u góry. W niej na dole zainstalowano pompę ośrodkową z napędem elektrycznym. Rurę magistralną ze względów oszczędnościowych daliśmy 75 mm ∅ z odnogami do hydrantów 52 mm ∅. Hydrantów na terenie fabryki zaprojektowałem 8 : 1 zewnętrzny ($H_1$) (rys. 116) i 7 wewnętrznych.

Dla obrony budynków, położonych na stokach wzgórza, zaprojektowaliśmy 5 hydrantów zewnętrznych.

Ponieważ przez oszczędność rurę magistralną i odgałęzieniowe uszczelniono nie ołowiem, a betonem, przeto podczas powtórnej bytności w 1935 r. próby z hydrantami nie dały wyników dobrych, gdyż w niektórych stykach woda wyciekała. Dopiero częściowe zastąpienie betonu przez ołów wywołało należyty skutek, o czem przekonałem się podczas trzeciej lustracji tej cukrowni w marcu r. b.

Opiszę to szczegółowiej dla przykładu, który jest b. ciekawy i pouczający.

---

*) W 1932 r. zostałem zaproszony na technicznego doradcę przez Polskie Tow. Wzaj. Ubezp. Cukrowni. W ciągu 4-ch lat zwiedziłem 47 cukrowni (na sześćdziesiąt kilka w Polsce), projektując zabezpieczenia profilaktyczne, zaopatrzenie w zbiorniki wody, hydranty, organizując fabryczne straże pożarne. Około 30 cukrowni już zostało należycie zabezpieczonych od pożarów.

# Mały wodociąg przeciwpożarowy na terenie cukrowni „Wożuczyn" w Lubelskiem.




Rys. 116.

Przytoczę dosłownie odnośny ustęp ze sprawozdania Nr. 72 (115) z dnia 13 i 14 marca 1936 r.

**Próby z hydrantami pod ciśnieniem z wieży**

„Tegoż dnia, t. j. 13/III, r. b. przeprowadziłem próbę z trzema hydrantami zewnętrznemi, aby sprawdzić działanie wodociągu po przeprowadzeniu nowych uszczelnień ołowiem. Były wykonane 4 próby, przy użyciu węża parcianego 20 m. dł. i prądownicy o 2-ch pyszczkach, ∅ 12 mm. i 14 mm.

*Pierwsza próba*: hydrant zewnętrzny, znajdujący się przy samej fabryce ($H_1$) dał zasięg przez pyszczek o ∅ 14 mm. 25 metr.

*Druga próba*: Z tego samego hydrantu prąd przez pyszczek ∅ 12 mm. sięgnął na 28 metr. wdal.

*Trzecia próba:* Hydrant przy przy biurze ($H_2$) dał przez pyszczek o ∅ 12 mm. zasięg 18 metr.

*Czwarta próba:* wykazała z hydrantu przy budynku dla robotników ($H_4$), leżącym jeszcze bliżej wieży ciśnień, t. j. wyżej, zasięg przez ten sam wąż i pyszczek — 13 metr.

Te same 2 próby przy tych hydrantach w roku ubiegłym, wykazały zasięgi zaledwie 10 mtr. i 5 mtr. Czyli dzięki należytemu uszczelnieniu sieci wodociągowej oba zasięgi zwiększyły się o 8 metr., co jest dużym sukcesem. Wskutek rozkręcenia paru połączeń rur w samej fabryce musieliśmy odłożyć próby z włączeniem sikawki silnikowej do następnego dnia".

**Próby prądów przy zasilaniu sikawką**

„*W dniu 14/III* przeprowadzone zostały próby z temi samemi dwoma hydrantami, jako najwięcej charakterystycznemi, przy włączeniu do sieci aikawki silnikowej, która ssała wodę ze studni, łączącej się z rzeczką Wożuczynką. Sikawka miała trudną pracę, gdyż musiała ssać wodę z głębokości 7 mtr. i tłoczyć wodę przez sieć hydrantów fabrycznych i w górę do 25 mtr. po magistrali ∅ 75 mm., ok. 400 mtr. długości. a potem znów po odnogach ∅ 52 mm.

Prób przeprowądziliśmy 6; do nich był użyty ten sam wąż parciany o trzech pręgach, 20 mtr. długości i prądownica o pyszczkach ∅ 12 mm. 14 mm., i 16 mm.

*Pierwsza próba:* Hydrant przy biurze ($H_2$) przez pyszczek ∅ 16 mm. dał zasięg 21 mtr.

*Druga próba:* Ten sam hydrant ($H_2$) przez pyszczek ∅ 14 mm. sięgnął na 23 mtr. wdal.

*Trzecia próba:* Ten sam hydrant ($H_2$) przez pyszczek ∅ 12 mm. bił na 25 mtr.

Sikawka wykazała ciśnienie 6 — 6,5 atm.

*Czwarta próba*: Hydrant obok domu robotników ($H_4$) przez pyszczek ∅ 16 mm. bił na odległość 25 mtr.

*Piąta próba*: Ten sam hydrant ($H_4$) przez pyszczek ∅ 14 mm. dał zasięg na odległości 26 mtr.

*Szósta própa:* Ten sam hydrant ($H_4$) przez pyszczek ∅ 12 mm. bił na odległość 30 mtr.

Sikawka wykazała 7 atm. ciśnienia. Słaby wiatr nieco rozpylał prądy. Poleciliśmy przytem nie wytwarzać narazie większego ciśnienia, jak 7 atm. *) Pomimo tego jednak siłę prądów można uważać za biczującą.

Dzięki kombinacji włączenia do sieci sikawki, można uważać zagadnienie należytej obrony budowli, leżących na stoku wzgórza powyżej fabryki, za całkiem rozwiązane. Sikawka, pokonując znaczne trudności, wykazała wysoką sprawność" **).

Aby podczas włączania sikawki woda, znajdująca się w sieci pod znacznem ciśnieniem, nie wylewała się do zbiornika na wieży ciśnień, zastosowałem na dole w wieży *zawór zwrotny* na rurze magistralnej, który pod ciśnieniem słupa wody normalnem jest zawsze otwarty, a przy włączeniu sikawki samoczynnie się zamyka, odcinając zbiornik od magistrali.

Na rys. 116-m pokazana jest tylko część terenu fabrycznego i kilka hydrantów. U góry jest uwidoczniony profil poziomu terenu.

Na tym opisie owej ciekawej instalacji przeciwpożarowej, kończę moją pracę; przyczem muszę podkreślić dla zachęty, że koszty urządzenia wieży, zbiornika, magistrali, bądź cobądź o prawie półkilometrowej długości, oraz kilkunastu hydrantów nie przekroczyły sumy 20 tys. złotych.

Opisane powyżej niewielkie tanie urządzenia wodociągowe z zastosowaniem włączania pomp lub sikawek mogą w obronie naszych osad i miasteczek odegrać poważną rolę.

---

*) Z powodu niepewnego jeszcze uszczelnienia w sieci. Trzeba mieć nadzieję, że podczas następnej lustracji cukrowni, gdy się da wytworzyć ciśnienie do 10 — 12 atm., zasięg prądów z hydrantów przewyższy 40 m.

**) W cukrowniach są stosowane sikawki tylko z 4-suwowym niezawodnym silnikiem.

Oddając w ręce Wasze, Szanowni Czytelnicy, tę książkę, wyrażam szczere życzenie, aby wiadomości, podane w niej wprawdzie w formie ogólnej, zachęciły nasze gminy, wsie i miasteczka do zakładania studni, stawów i sadzawek, przyczyniając się tem samem do podniesienia dobrobytu i bezpieczeństwa kraju, tak nieubłaganie dotychczas trapionego przez liczne pożary.

# SPIS RZECZY

## „ZAOPATRZENIE OSIEDLI W WODĘ".

## 2. WŁAŚCIWOŚCI WODY.



## 3. STRUMIENIE, POTOKI I RZEKI.



## 4. JEZIORA.

## 7. RYBY W STAWACH I SADZAWKACH.

## B. ZBIORNIKI NADZIEMNE.



## *C. MAŁY WODOCIĄG POŻAROWY.*





CENA 3 ZŁ. 60 GR.

